N.º 37 — MARÇO/Cr$ 50,00

NOVA ELETRONICA

KIT

Um excelente compressor para seu aparelho de PX

Venha conosco nesta visita ao Metrô de São Paulo

Sonorização de ambientes domésticos

Circuito de 4 canais para osciloscópio

O que são as Ondas Acústicas de Superfície?

Curso de Semicondutores 28.ª lição

Prática nas Técnicas Digitais 15.ª lição

15

No seu carro o único "quente" deve ser o som. Nunca o Alto-falante!

Certamente, V. já reparou como uma lâmpada acesa fica quente.

É que a lâmpada incandescente por ter um baixo índice de eficiência, aproveita somente 5% da potência nela aplicada para produzir luz, gastando os restantes 95% gerando calor.

Desta forma, uma lâmpada de 40 Watts, produz 2 Watts de luz e 38 Watts de calor. Sua eficiência, portanto, é de 5%, ou seja: 2W em 40W.

Quanto mais potente ela for, mais luz ela produzirá e, proporcionalmente, também mais calor.

Qual a relação então, entre uma lâmpada e um alto-falante para automóveis?

O alto-falante é também um dispositivo de baixa eficiência que aproveita pouca potência para produzir som e gasta a maioria em geração de calor.

Formulemos como hipótese alto-falantes cuja eficiência varie entre 2,5% e 10% e o que isto significaria em termos de rendimento sonoro.

Exemplo 1

Potência aplicada	Eficiência	Aproveitados em som	Transformados em calor
40W	2,5%	1W	39W
40W	5%	2W	38W
40W	10%	4W	36W

É fácil perceber que o alto-falante com 10% de eficiência, produz respectivamente, 2 e 4 vezes mais som que os outros dois.

Exemplo 2

Potência aplicada	Eficiência	Aproveitados em som	Transformados em calor
80W	2,5%	2W	78W
40W	5%	2W	38W
20W	10%	2W	18W

Neste caso, o alto-falante de 20W apresenta o mesmo rendimento dos outros dois, porém com um aquecimento sensivelmente menor.

Portanto, está bem claro, que **escolher eficiência** e não potência é a certeza de ter um **som quente** e não um alto-falante quente.

E a eficiência de um alto-falante de que depende?

Fundamentalmente do peso do imã, pois quanto mais pesado ele for, maior será o fluxo magnético e, consequentemente, maior a sua eficiência.

Também, de diferenças do material e formato do cone. Elas podem determinar surpreendentes variações no rendimento do alto-falante.

Outro fator importante é a qualidade e tamanho da bobina móvel em relação ao conjunto magnético. Isto é: admitindo-se 2 alto-falantes com bobinas de diâmetros diferentes e conjuntos magnéticos iguais, aquele que tiver a bobina de diâmetro menor, será mais eficiente. Por outro lado, quando o que se requer são altas vatagens, torna-se necessário usar bobinas de maior diâmetro e conjuntos magnéticos muito pesados.

Conclue-se pois, **que conhecer o peso do imã**, é o fator primordial para escolher um alto-falante. Por isso, ele deve constar do catálogo e vir estampado na etiqueta e na caixa.

A **"NOVIK"**, da mesma forma que os fabricantes estrangeiros, especifica nos seus catálogos e estampa nas caixas e etiquetas, os pesos dos imãs dos seus alto-falantes para automóveis, por tratar-se de informação fundamental para a segurança do comprador.

O cone, de fabricação exclusiva NOVIK com combinação de fibras especiais selecionadas, é o responsável pela qualidade do som em alta-fidelidade NOVIK.

O conjunto magnético, corretamente calculado e usando imã de ferrite de bário de alto-fluxo, aproveita integralmente o fluxo magnético, eliminando qualquer desperdício.

A bobina móvel, perfeitamente dimensionada e montada sob forma de alumínio, dissipa melhor o calor e suporta mais potência.

Outro fator muito importante, refere-se a escolha do fabricante quanto a tradição, reputação técnica, experiência e garantia que ele oferece.

A **"NOVIK"** empresa líder na fabricação de alto-falantes de alta-fidelidade, com produção aproximada de 25.000 unidades diárias, é a maior fornecedora das melhores fábricas nacionais de alta fidelidade e exportadora tradicional para mais de 15 países, inclusive os EE.UU. Fatos inquestionáveis que só podem determinar sua plena confiança.

Lembre: "NOVIK" lhe oferece **muito mais som e menos calor**. Ela prova e comprova o que diz, tanto na qualidade como na eficiência e durabilidade.

Certifique-se sempre do peso do imã. Nos alto-falantes NOVIK, ele vem gravado na etiqueta e na caixa.

alto-falantes NOVIK

O SOM DO AUTOMÓVEL

NOVA ELETRONICA

EDITOR E DIRETOR RESPONSÁVEL LEONARDO BELLONZI
CONSULTORIA TÉCNICA Geraldo Coen / Joseph E. Blumenfeld / Juliano Barsali / Leonardo Bellonzi
REDAÇÃO Juliano Barsali / José Roberto da S. Caetano / Paulo Nubile
DIAGRAMADOR Eduardo Manzini
ARTE Eduardo Manzini / Antonio T. Chaves / Maria T. Koffler / Miguel Angrisani / Roseli Julias
CORRESPONDENTES: NEW YORK Guido Forgnoni / *MILÃO* Mário Magrone
COMPOSIÇÃO J.G. Propaganda Ltda. / *FOTOLITO* Estúdio Gráfico M.F. Ltda.
IMPRESSÃO Cia. Lithographica Ypiranga / *DISTRIBUIÇÃO* Abril S.A. Cultural e Industrial
NOVA ELETRÔNICA é uma publicação de propriedade da *EDITELE* — Editora Técnica Eletrônica Ltda.
Redação, Administração e Publicidade Rua Geórgia, 1.051 — Brooklin — SP.
TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDEREÇADA À NOVA ELETRÔNICA — CAIXA POSTAL 30.141 — 01000 S. PAULO, SP. REGISTRO Nº 9.949-77 — P.153

Kits Compressor para equipamento de PX 2

Seção do Principiante O problema é seu 10
Carta dos elementos digitais básicos 12

Teoria e Informação As ondas acústicas de superfície 18
Estórias do tempo da galena 25
A Tabela do Mês 26
Noticiário 28
Não está nos livros! 31
Conversa com o leitor 33
Notícias da NASA 36

Áudio Em pauta... 38
Sonorização de ambientes domésticos no Brasil, em 1980 40

Prática Comutador de 4 canais para seu osciloscópio mono-feixe 54

Reportagem Pelos caminhos do Metrô de São Paulo 60

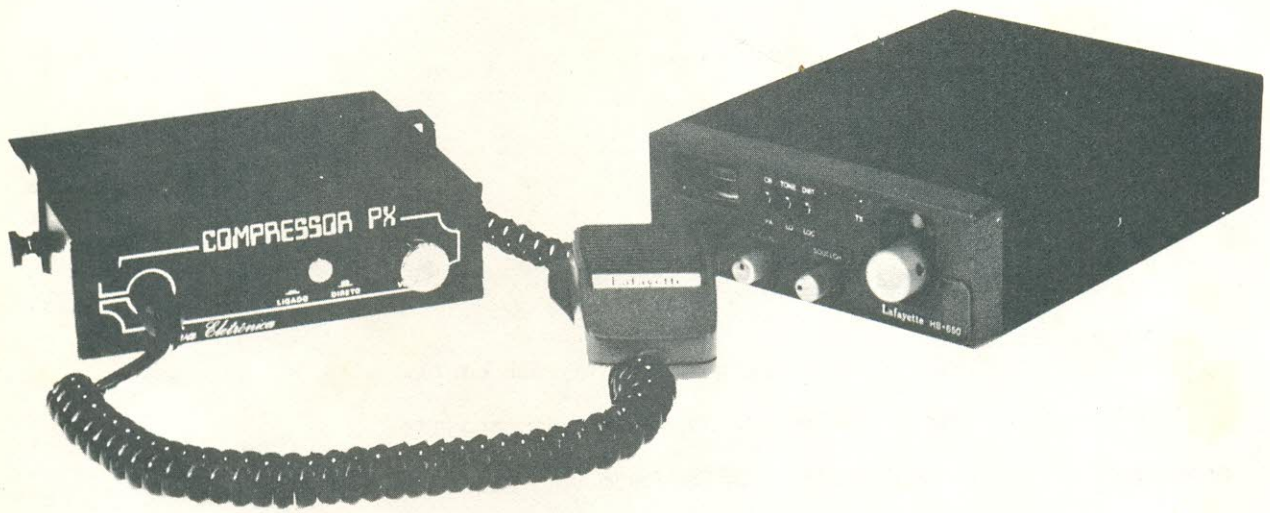
Engenharia Prancheta do projetista — série nacional 72
Prancheta do projetista 74

Suplemento BYTE O 8080 para principiantes — 12ª lição 79
O teste de memórias *bubble* na indústria 86

Cursos *Prática nas técnicas digitais — 15ª lição* 93
Curso de semicondutores — 28ª lição 99

Todos os direitos reservados; proibe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores, sendo apenas permitido para aplicações didáticas ou diletantes. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho suficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são minuciosamente provados em laboratório próprio antes de suas publicações. NÚMEROS ATRASADOS: preço da última edição à venda. A Editele vende números atrasados mediante o acréscimo de 50% do valor da última edição posta em circulação. ASSINATURAS: não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em S. PAULO, em nome da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.

COMPRESSOR PX



Recentemente, na edição 35 da NE, você acompanhou o lançamento do VOICE COMPRESSOR, um aparelho destinado a eliminar as variações de volume e inteligibilidade da voz humana, quando do uso de microfones acoplados a equipamentos diversos de áudio e comunicações.

Pedidos de leitores, entretanto, fizeram com que desenvolvessemos a partir daquele um aparelho similar, mas dedicado especificamente a uma certa faixa de usuários — os operadores da faixa do cidadão. É para estes, os cada vez mais numerosos adeptos da frequência de 27 MHz, que indicamos o uso desse COMPRESSOR PARA PX.

- Um compressor exclusivo para os transceptores de PX.
- Em nova caixa redimensionada, com blindagem para RF.

- Oferece maior aproveitamento da potência irradiada e melhora a inteligibilidade da conversação.
- Inclui uma chave *by-pass* que permite a opção de ligar diretamente o microfone ao transceptor.
- Alimentado por bateria de 9 V independente, o que evita possíveis oscilações vindas do transceptor.
- Consumo reduzidíssimo, por volta de 1 mA, proporcionando vida longa à bateria.

Com relação ao anterior, este *kit* sofreu algumas modificações, visando adequá-lo mais ao uso com transceptores da faixa do cidadão. Uma delas está na caixa, redimensionada especialmente para o uso com blindagem para RF.

O consumo, foi reduzido em 90%, proporcionando uma vida útil bastante longa à bateria, forma de alimentação preferida para este compressor.

Uma chave *by-pass* (de passagem secundária) acrescida ao circuito, possibilitará a alternativa de ligação direta do microfone ao transceptor.

Estas, as principais alterações que marcam o novo compressor. Além destas, a inclusão de um LED indicador da operação do aparelho e outras feitas no circuito, observaremos mais adiante, acompanhando a explicação de seu funcionamento.

A transmissão

As pequenas difusoras particulares, especialmente os PXs, encontram seu maior problema na limitada potência permissível às suas transmissões. Nos aparelhos da faixa do cidadão, esta potência não deve ultrapassar os 5 W.

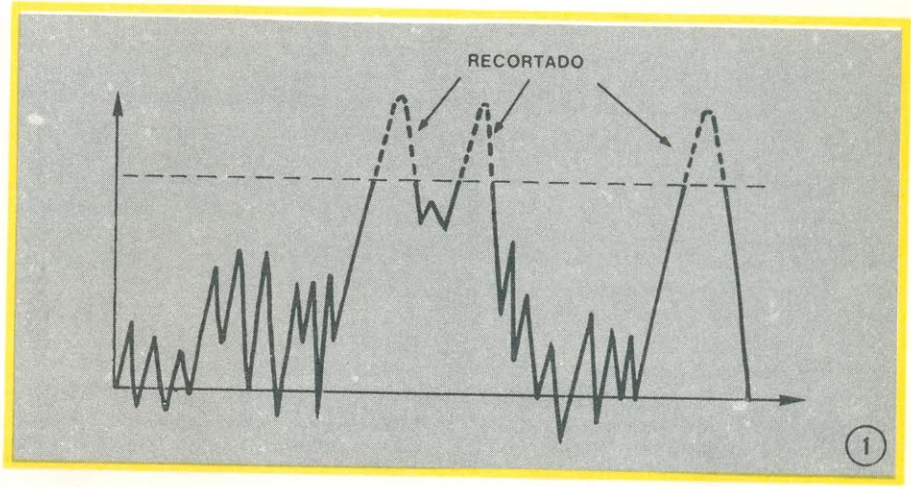
Porém, a potência média irradiada não é igual àqueles 5 W, mas apenas uma parcela irrisória desse valor, já que a voz humana não apresenta um nível constante e sim desníveis acentuados durante a conversação.

Uma das maneiras de se aumentar a potência média transmitida seria recortar os picos do sinal (figura 1). No entanto, isso poderia comprometer a inteligibilidade do que é falado, uma vez que haveria uma nítida perda de parte da informação.

O ideal seria, portanto, um circuito que amplificasse os sinais baixos com maior intensidade que os altos (entenda-se baixos e altos com relação ao nível de tensão). Assim teríamos uma potência média de irradiação bem maior, sem comprometer a inteligibilidade do que è falado. Esse circuito é o compressor, o qual começaremos a analisar daqui para frente.

Funcionamento

Para uma melhor compreensão do



circuito, veja o esquema da figura 2. Temos aí, à entrada do amplificador A, uma rede atenuadora formada pelo resistor de 180 k e R, que é um resistor controlado pelo nível do sinal presente na saída do amplificador.

Assim, quanto maior for o nível encontrado na saída, menor será o valor apresentado por R, o que ocasionará uma maior atenuação. Em contrapartida, com níveis baixos na saída de A, R será forçado a elevar seu valor, praticamente inoperando no divisor resistivo.

Como a voz apresenta muitos altos e baixos, o valor de R se alternará entre as condições descritas, característica ditada tanto pelos desníveis de amplitude como pela constante de tempo atuante sobre o circuito de controle.

Na verdade, R é um transistor a efeito de campo (FET), que atua como um resistor controlado por tensão. Entretanto, para que possamos obter um funcionamento condizente, alguns fatores devem ser observados:

— valores baixos para V_{DS}, a fim de garantir que o FET trabalhe como resistor linear.

— a não linearidade aumenta quando V_{GS} aproxima-se da tensão de corte (*pinch-off*) V_p.

— a resistência linear depende de V_{GS} e V_p, aplicando-se:

$$rd = ro \frac{V_p}{V_p - V_{GS}}$$

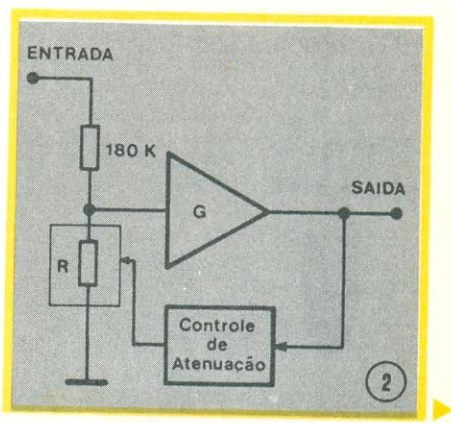
ro = rd quando $V_{GS} = O$

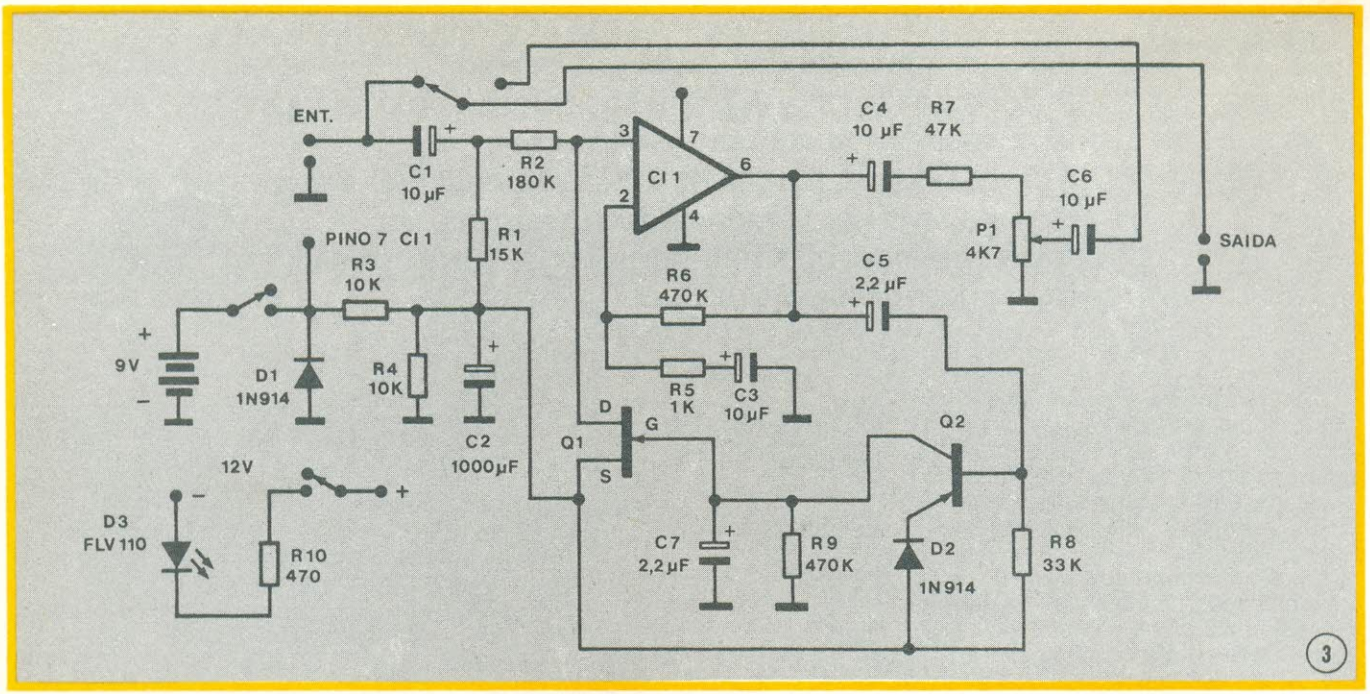
Observados estes fatores, podemos obter um resistor que varie desde algumas centenas de ohms até muitos megohms. Isso nos garante uma compressão da ordem de 55 ≅ 60 dB.

O circuito

Na figura 3 apresentamos o esquema completo do compressor. O sinal oriundo do microfone é acoplado ao circuito através de C1 e aplicado à entrada do amplificador por meio do divisor R2/Q1. Numa primeira instância, suponha Q1 cortado, ou seja, apresentando uma resistência elevada. Assim, todo o sinal será injetado à entrada de CI1 e amplificado pela relação:

$$G = 1 + \frac{R6}{R5}$$





O sinal amplificado está presente no pino 6 de CI1 e, se ultrapassar 2,8 V_{pp}, fará Q2 entrar em condução, carregando C7 com uma tensão que varia entre 0 e 4,0 V, permitindo-nos variar V_{GS} entre - 4,7 e - 0,7 V; em consequência, rd irá aumentar ou diminuir.

O capacitor se descarregará através de R9, constituindo, portanto, uma constante de tempo para o circuito de controle, o qual é próprio para a voz.

A referência é formada por R3, R4 e C2, que compõem um terra virtual, ou seja, metade da tensão da bateria. O resistor R1 tem a função de polarizar a entrada não inversora de CI1, assim como dita a impedância de entrada do circuito. D1 destina-se a proteger o circuito contra inversões na polaridade da bateria. O sinal de saída é desacoplado em CC para o divisor R7/P1. De P1 o sinal é novamente desacoplado para a saída através de C6.

Uso da bateria

Em nosso circuito foi atribuído o uso de uma bateria, ao invés de a própria fonte do transceptor.

O fato se justifica pela maior confiabilidade de uma fonte isolada. Se fosse usada a mesma do transceptor, o compressor poderia oscilar, devido à realimentação através da fonte. Existem métodos de filtrar a fonte, porém, o modo correto depende do transceptor usado, o que nos faria perder em flexibilidade de uso.

Contudo, o emprego da bateria é perfeitamente viável, considerando-se que o circuito consome apenas 1 mA aproximadamente, o que nos garante uma vida útil bastante longa para a bateria, perto de 200 a 250 horas. A bateria do carro será exigida somente para acender o LED frontal, pois com o circuito consumindo apenas 1 mA seria altamente condenável se alimentássemos o LED também com a bateria do circuito, já que este consome entre 10 e 20 mA.

Montagem

Após boa verificação da placa de circuito impresso (figura 4), siga a sequência que sugerimos para a montagem do *kit*.

1) Para soldar os componentes à placa recorra, sempre que necessário, à figura 5. Nela estão mostrados os componentes mais críticos que possuem polaridade, posição única, etc. Solde-os então na seguinte ordem:

A — CI1 (figura 5)
B — R1 a R10
C — D1 a D2 (figura 5)
D — Q1 a Q2 (figura 5)
E — C1 a C7 (figura 5), os quais deverão ser soldados o mais rente possível à placa.
F — Chave S

2) As ligações que partem da placa estão todas indicadas na figura 6. Cada soldagem da sequência a ser descrita deverá ser conferida com a figura.

A) Tome o cabo blindado simples (1 veia + malha) e corte dois pedaços com 11 cm cada. Descasque-os em aproximadamente 10 mm, em ambas as pontas de ambos os cabos. Dentro do cabo existe um fio, chamado "vivo", envolvido por uma malha de blindagem. Separe estes dois elementos em todas as pontas desencapadas. Após separados, as malhas deverão ser torcidas, devendo ficar com o aspecto mostrado na figura 7. Como indica esta mesma figura, descasque o fio "vivo" em aproximadamente 5 mm.

Depois de preparados os cabos, eles deverão ser soldados aos pontos de acesso à entrada e saída de sinal. Esses pontos estão marcados na placa com as letras E e S. Na mesma placa existe a indicação dos locais onde deverão ser soldados a malha e o fio "vivo", o que pode ser conferido pela figura 6.

B) Tome o cabo de 3 veias e corte dois pedaços com 10 cm e um terceiro com 15 cm.

B.1) Os cabos com 10 cm deverão ter suas pontas separadas em 10 mm e descascadas em 5 mm, conforme mostra a figura 8.

B.2) Retire uma das veias daquele terceiro cabo, restante apenas duas.

B.3) Esse novo cabo com duas veias deve ser preparado analogamente ao ítem B.1.

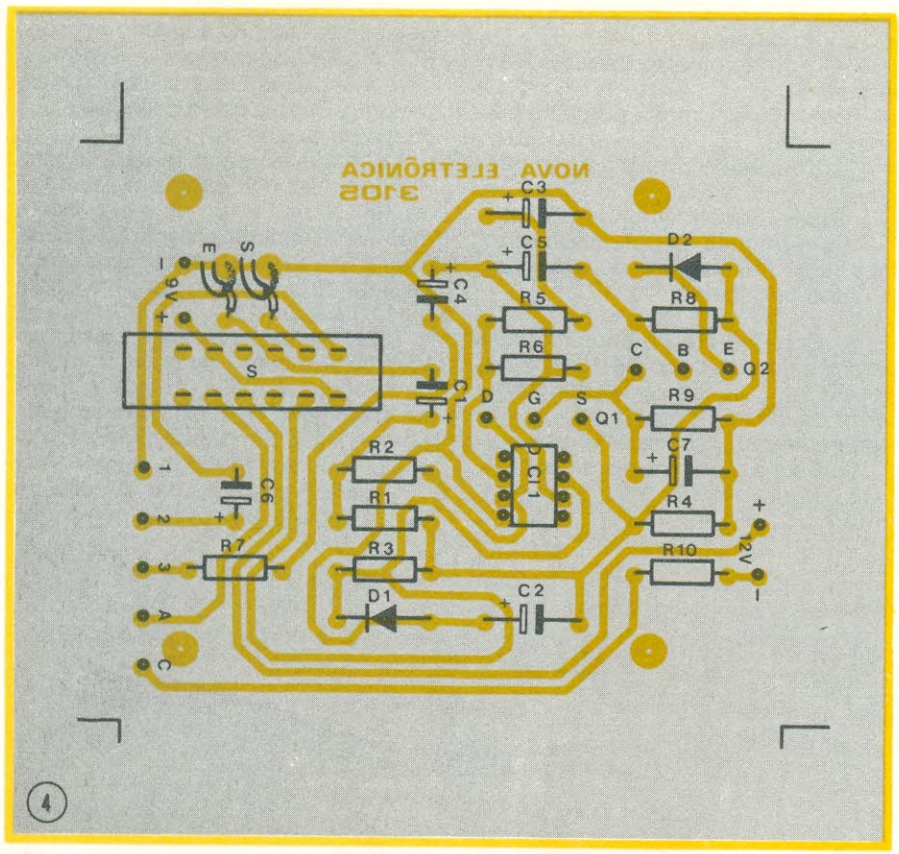
B.4) Desencape as pontas daquele cabo simples, o qual foi retirado no ítem B.2.

C) Solde um dos cabos do ítem B.1 aos pontos que deverão conter o potenciômetro. Esses pontos são indicados na placa por 1, 2 e 3. Confira a ligação com a figura 6.

D) Solde o cabo do ítem B.3 aos pontos que deverão conter o LED. Esses pontos são indicados por A, C. Confira a ligação com a figura 6.

E) Tome o cabo blindado duplo (2 veias + malha) e descasque suas pontas como segue:

E.1) Um dos lados deverá ser desencapado em 30 mm. Separe as veias da



4

malha e torça esta última.

E.2) Do outro lado, descasque em 30 mm, porém, nesta ponta a malha deverá ser cortada. Serão utilizadas apenas as duas veias internas.

Solde as duas veias (lado indicado no ítem E.1) aos pontos de entrada de 12 volts. Anote a polaridade com a cor dos fios, pois a inversão desta poderá danificar o LED. Vide figura 6 para conferir ligações.

F) Solde o *clip* para a bateria, cuja respectiva inscrição na placa é 9 V. O fio vermelho deverá ser soldado ao ponto (+); o verde ou preto, ao (-). Verifique as ligações com a figura 6.

3) Tome o cabo de 3 veias restante do ítem B.1, o qual deverá ser conectado às duas tomadas DIN. O cabo interligará os pinos das tomadas que correspondem à chave de comutação do microfonte (PT). Solde-os aos pinos 1, 2 e 3 de uma das tomadas e, complementarmente, aos pinos 5, 4 e 3 da outra tomada. A figura 9 ilustra a tomada, vista por trás com sua respectiva numeração dos pinos. Assim, o fio ligado ao pino 5 de uma deverá ser conectado ao pino 1 da outra; o pino 4 de uma ao 2 da outra; o pino 3 de uma ao 3 da outra.

Deve-se ter o cuidado de não colocar curtos entre os pinos, devido à sua proximidade.

Aquela tomada à qual o cabo foi ligado em seus pinos 1, 2 e 3, será a frontal; a outra, obviamente, será a traseira.

Tome cuidado para não separar as veias do cabo. Entre elas, se formará um campo eletromagnético que deverá ser o menor possível a fim de garantir o bom funcionamento do compressor. Para que este campo torne-se restrito a uma pequena área, os três fios deverão permanecer unidos, como originariamente o são.

4) Agora será a vez dos cabos blindados de entrada e saída. Proceda da seguinte forma:

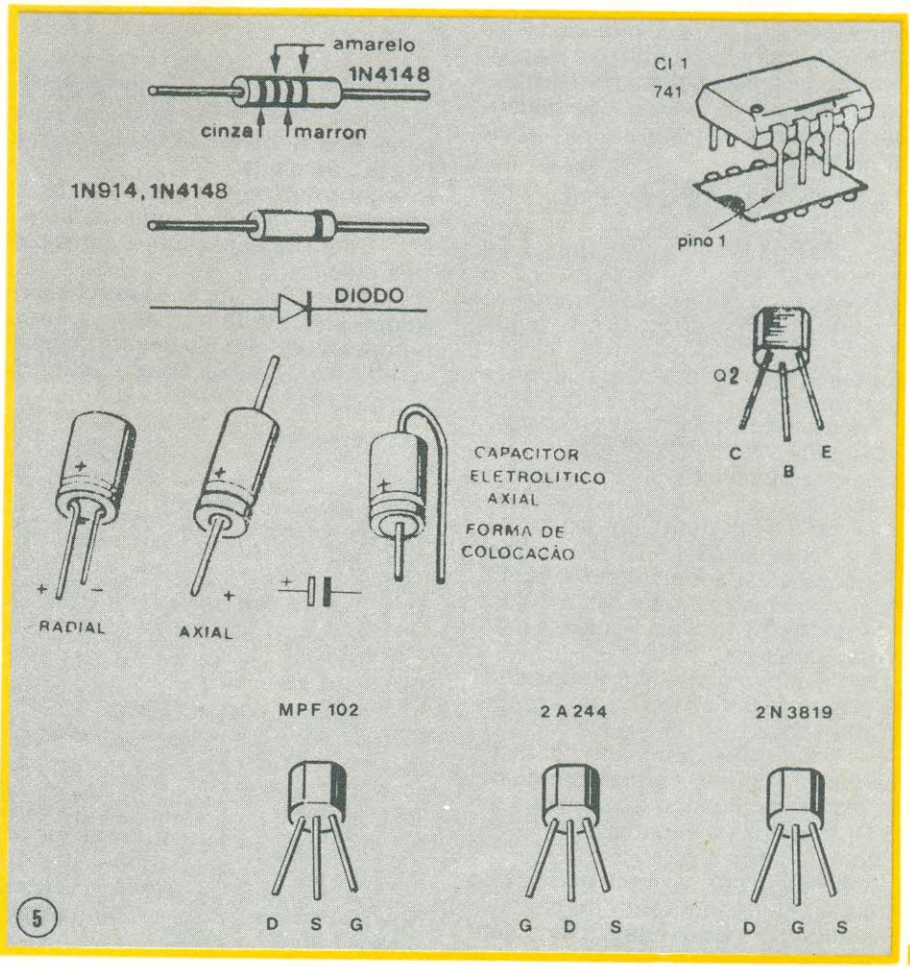
A — Passe-os pelos orifícios existentes na chapa de blindagem. Olhe a caixa com a frente da mesma voltada para si: o cabo de entrada deverá ser introduzido pelo anterior; o de saída, pelo posterior.

B — Solde-os aos pinos das tomadas que indicamos abaixo:

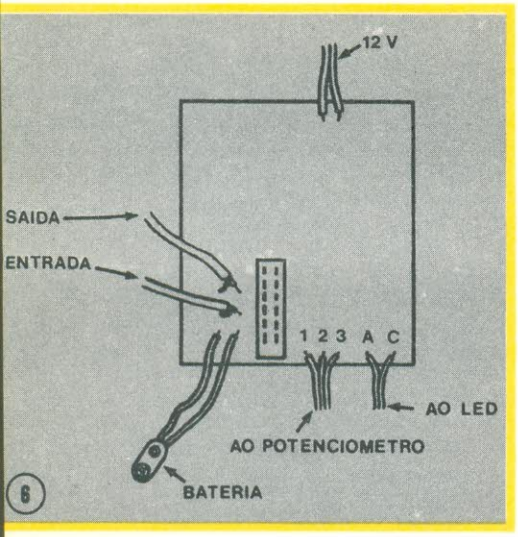
B.1 — cabo de entrada (tomada frontal)
malha — pino 4
fio "vivo" — pino 5

B.2 — cabo de saída (tomada traseira)
malha — pino 2
fio "vivo" — pino 1

5) Monte as tomadas em seus lugares. Elas serão posicionadas pelo lado esquerdo da caixa, sob a chapa de blindagem. Coloque-as *por dentro*



5



8) Fixe o potenciômetro ao painel, como segue (figura 13):
A — O potenciômetro possui duas porcas.
B — Coloque a primeira porca no potenciômetro.
C — Introduza-o no furo a ele destinado.
D — Fixe-o com a segunda porca.
E — Os terminais do potenciômetro, após sua montagem, deverão ser voltados para baixo.

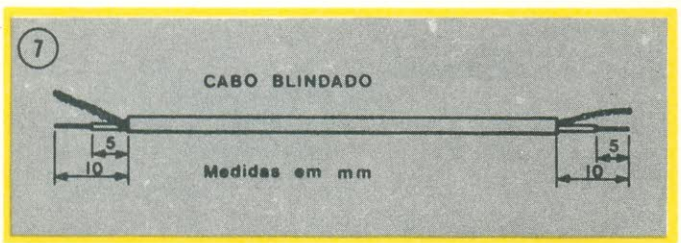
9) Coloque a borracha passante para a saída do cabo de 12 V. Esta, deverá ser colocada no orifício posterior da caixa (figura 14).
Após colocada, passe o fio por ela.

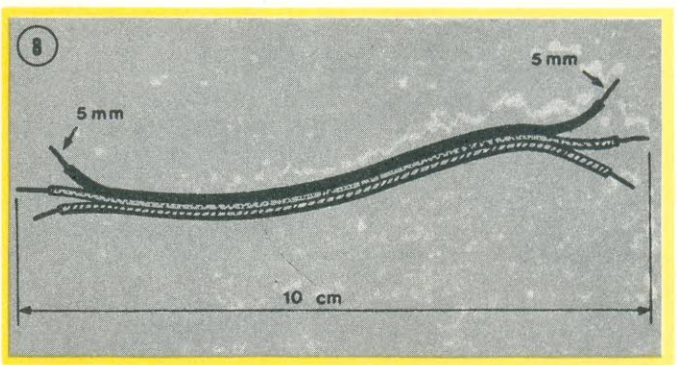
10) Fixe a placa impressa sobre a caixa (figura 14). Proceda da seguinte forma:
lixe os espaçadores dianteiros até que essa condição seja obtida.
E — A malha do cabo de saída de 12 V deverá ser enrolada ao parafuso mais próximo. Depois disso, prenda a placa com 4 porcas de 1/8".

11) Atrás do suporte para a bateria, deve ser colocado um parafuso de 1/8" x 3/4" a fim de evitar que a mesma ultrapasse o suporte. O parafuso é fixado na base da caixa, voltado para cima e preso por uma porca de 1/8" (figura 14).

12) Antes de fechar a caixa, curto-circuite o pino 1 do potenciômetro, juntamente com sua carcaça, à chapa de blindagem. Nela existe um parafuso para esse fim (figura 14). Para a ligação, utilize o fio do item 2)B.4.

Agora, vamos fechar a caixa. A tampa desta entra por trás, como uma



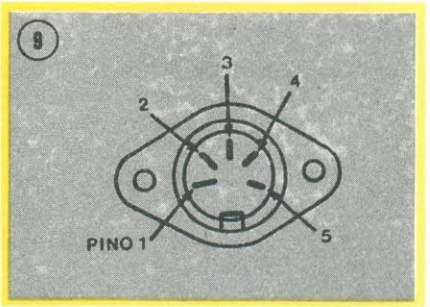


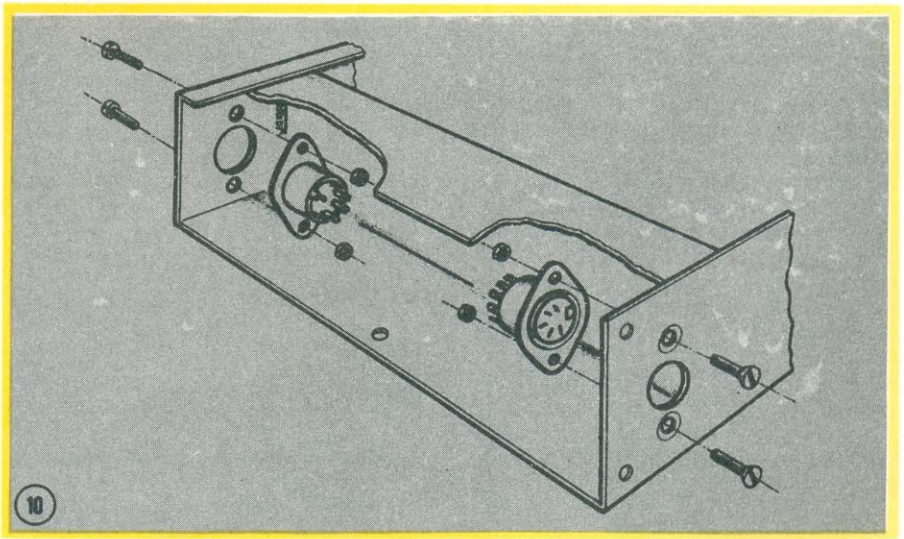
da caixa e na ordem correta (frontal ou traseira, vide ítem 3). Para a fixação da tomada frontal use 2 parafusos 1/8" x 1/4", cabeça chata, com suas respectivas porcas; para a tomada traseira, 2 parafusos 1/8" x 1/4", cabeça cilíndrica, com suas respectivas porcas (figura 10).

6) Solde agora o potenciômetro e o LED, como segue:
A — Potenciômetro (vide ítem 2-C): existe, na placa, a indicação 1, 2, 3 que corresponde a cada terminal do mesmo, conforme mostra a figura 11.
Solde-o segundo a ordem descrita e mostrada.
Após soldado, fixe sua carcaça, próximo aos terminais e faça um curto entre a carcaça e o pino 1 do potenciômetro.
B — LED (vide ítem 2-E): existe, na placa, a indicação A,C que corresponde a cada terminal do mesmo, conforme mostra também a figura 11. Solde-o segundo a figura e a indicação da placa.

7) Tome o painel e introduza nele o suporte para o LED, como segue (figura 12):
A — O suporte é composto por duas partes — o suporte propriamente dito e a porca plástica que o fixa.
B — Introduza o suporte no furo, de fora para dentro.
— Prenda-o com a porca plástica colocada pelo lado interior do painel.
D — Instale o LED, que é fixado sob pressão.

A — Tome 4 parafusos 1/8" x 3/4" e coloque-os na caixa, de baixo para cima, nos furos desta destinados à fixação da placa.
B — Introduza sobre eles os espaçadores de 14 mm de comprimento.
C — Sobre os espaçadores, introduza a placa.
D — Antes de colocar as porcas, verifique se a altura dos espaçadores permite a perfeita passagem da chave no furo da caixa. Caso contrário,

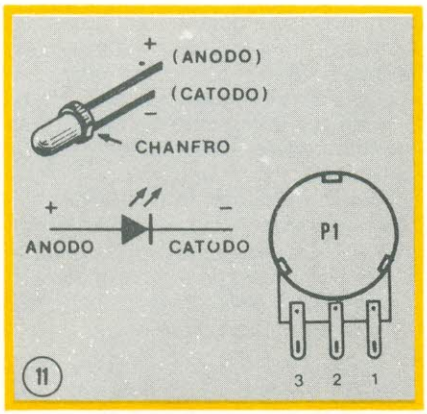


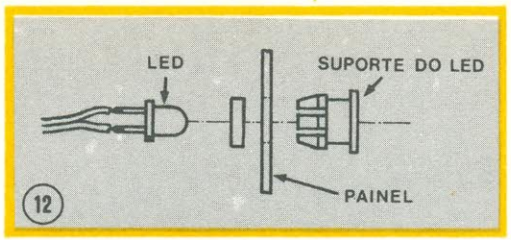


gaveta. Depois de colocada, a tampa deve ser fixada com 2 parafusos auto-atarraxantes de 2,9 x 6,5 mm (figura 14).

13) Coloque o painel e prenda-o com 4 parafusos M3 cabeça plástica 12 mm.
Quando da troca de bateria, apenas o painel deverá ser removido (figura 14).

14) Agora deve-se fixar a alça no painel do carro. A mesma não deve ser colocada em locais que façam contato com a massa do veículo. A caixa do compressor, inclusive sua alça, deverá estar completamente isolada.





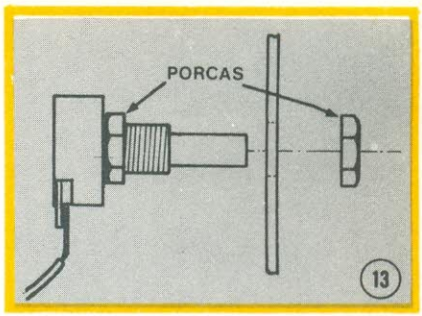
Fixe a alça, então, usando dois parafusos auto-atarraxantes de 3,5 x 1,3 mm com arruelas. Não prenda, por enquanto, a caixa à alça. Antes, conclua toda a montagem, inclusive a total ligação do compressor ao transceptor.

Interligação microfone-compressor-transceptor

Antes de mais nada, devemos proceder à marcação dos fios que formarão o cabo microfone-transceptor.

Dentro do conjunto do microfone, existe uma cápsula microfônica e uma chave 2 pólos x 2 posições (figura 15). Essa chave, quando solta, irá habilitar o receptor do aparelho (Rx). Quando pressionada, além de habilitar o transmissor do aparelho (Tx), também ligará o microfone ao circuito transmissor. Essa chave é conhecida como PT.

Existem aparelhos que apresentam saída com 4 fios apenas. São tipos de aparelho que fazem comutação pela terra e não pelo positivo da fonte. Nesses casos, o **comum** da chave Rx-Tx é curto-circuitado ao terra do microfone.

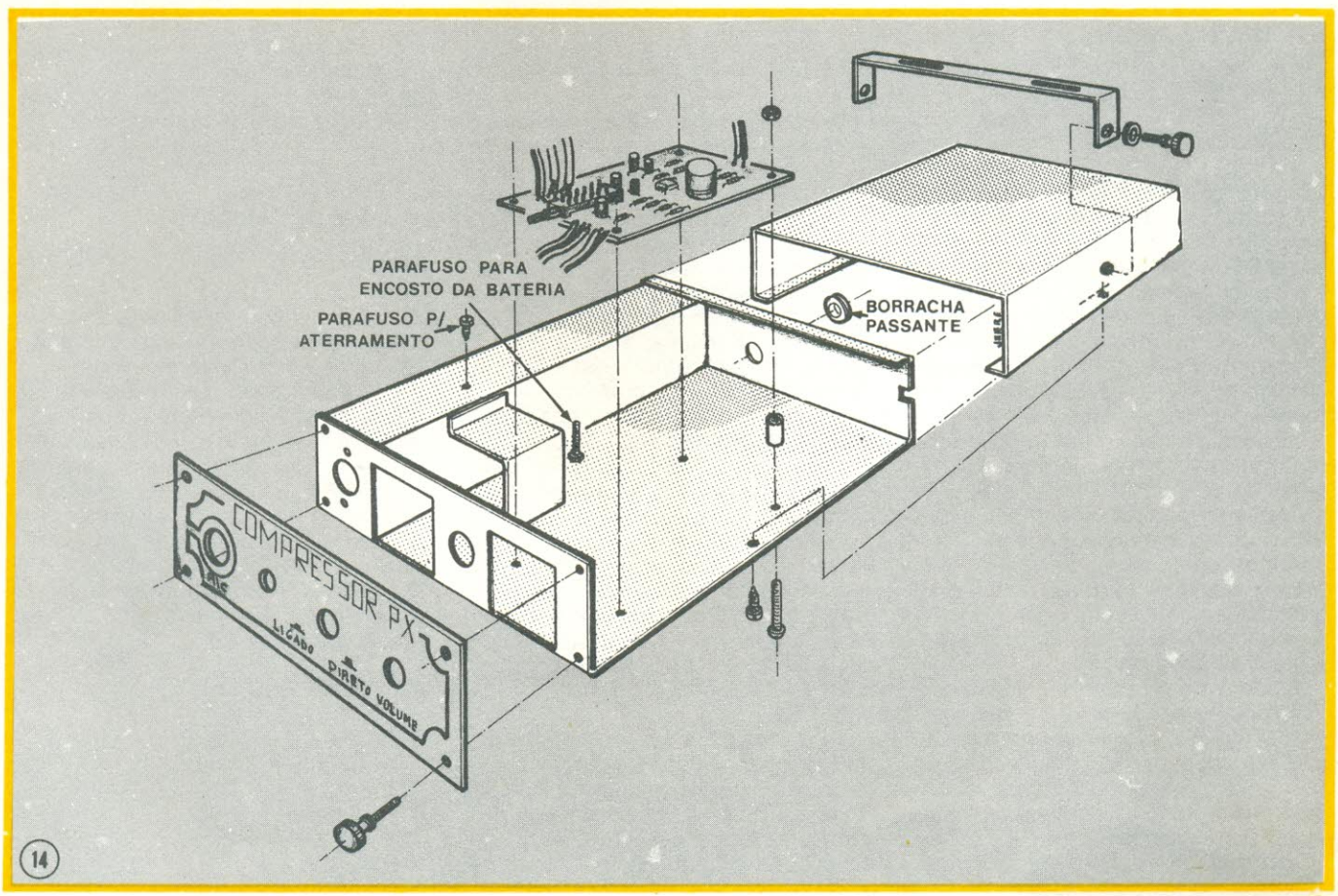


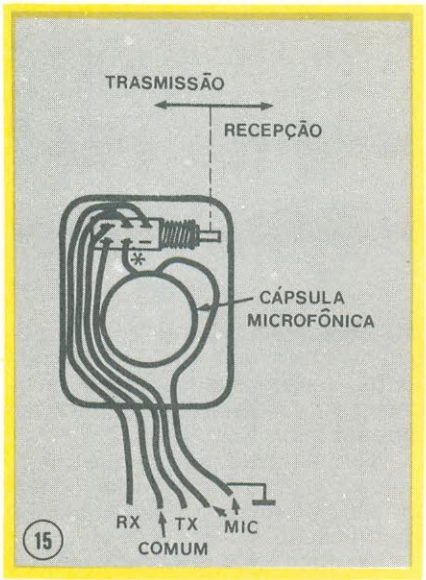
Normalmente, os fios que interligam o conjunto microfone ao conector são coloridos, o que facilitará a identificação.

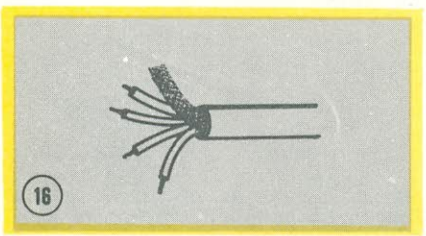
Exemplo: depois de verificados o microfone e a chave, constatou-se o seguinte:

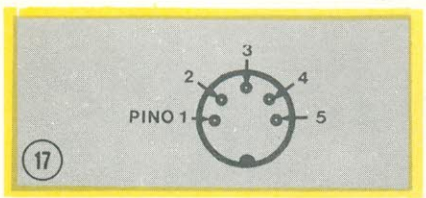
Fio cor	Função
branco	Rx
azul	comum
preto	Tx
vermelho	Mic
malha	Mic ⏚

Função: consulte a figura 15 para saber qual ponto da chave corresponde a que função.









Faça o mesmo com seu microfone; anote a cor e a função correspondente a cada fio colorido, montando uma tabela semelhante à citada no exemplo.

Depois de anotadas essas informações, dessolde todos os fios do microfone, exceto aquele que se dirige deste para a chave. Na figura 15 tal fio está indicado com um asterisco.

No lugar do cabo retirado, deve ser colocado o cabo que acompanha o *kit*. O mesmo constitui-se em 4 veias envolvidas por uma blindagem *(shield)*. As 4 veias são coloridas, o que facilitará o processo de montagem.

Desencape a ponta do cabo em aproximadamente 5 cm. Faça o mesmo para cada veia, em aproximadamente 0,5 cm (figura 16).

Solde a malha ao terminal livre do microfone e cada uma das veias aos pontos da chave que anteriormente eram soldados.

Do outro extremo do cabo, retire aproximadamente 1,5 cm da capa e 0,5 cm em cada veia.

Vamos padronizar cada pino do conector macho que será posto na ponta desse cabo. A figura 17 mostra o "miolo" do conector, visto por trás.

Cada veia do cabo corresponde a uma função dentro do conjunto de microfone (figura 15). Monte, então, uma segunda tabela:

Função	Cor fio	Pino a ser ligado
MIC		1
MIC ⏚	malha	2
Tx		3
Rx		5
comum		4

Antes de soldar, passe pelo cabo a capa do conector. Depois de soldados os fios, remonte o conector e feche-o com sua capa.

Resta-nos, apenas, colocar o conector de saída para a conclusão da montagem. Este segundo conector deve ser montado no cabo original do transceptor, o qual foi deixado de lado.

Volte àquela primeira tabela para a montagem do segundo conector. Baseando-se nesta tabela e na figura 17, monte o segundo conector conforme mostramos abaixo:

Função	Pino a ser ligado
MIC	5
MIC ⏚	4
Tx	3
Rx	1
comum	2

Nota: para aparelhos que apresentam saída com 4 fios, os pinos 4 e 2 deverão ser curto-circuitados e a malha do cabo ligada a qualquer um desses.

Aqui também deve-se tomar o cuidado de, antes de soldar os fios, passar a capa do conector pelo cabo.

Após soldados os fios, remonte o conector e feche-o com sua capa.

Nossa última etapa é a das interligações microfone-compressor-PX, através dos cabos já prontos.

Depois de efetuadas essas ligações, prenda a caixa do compressor à sua alça, através de 2 parafusos M3 com cabeça plástica de 16 mm e respectivas arruelas plásticas.

Ligue agora o fio de alimentação para o LED a qualquer ponto de 12 V do veículo (alimentação do rádio ou tocafitas, do transceptor, do painel, na caixa de fusíveis, etc.). O fio negativo, a qualquer ponto de massa (um parafuso preso à lataria, chassi do rádio ou tocafitas, etc.).

Algumas observações antes de dar tudo por concluído. Quando a chave estiver na posição desligada, o sinal vindo do microfone passará direto, sem sofrer compressão.

O potenciômetro deve ser calibrado de tal forma que fique perto da demodulação, situação em que a transmissão será apenas um apito.

Peça a outro colega PX que auxilie na calibragem. Deve-se chegar ao máximo sinal de saída sem que haja oscilações. Caso não se consiga total modulação, diminua o valor de R7 (valor original — 100 k). Conseguindo o ajuste, se possível não mexa mais nesse controle.

Para alguns aparelhos, deve-se fazer uma ligação entre sua carcaça e a carcaça do compressor. Se o compressor oscilar com seu aparelho, faça essa ligação, caso o transceptor tenha a carcaça isolada da massa do veículo. Devido às grandes diferenças existentes entre modelos de transceptores, só podemos dar "dicas". O montador deverá ver quais destas adaptam-se ao transceptor usado.

O fio do LED também poderá induzir uma realimentação ao circuito se sua blindagem não estiver perfeitamente aterrada.

Outro motivo para oscilações seria a proximidade da boca ao *mike* (microfone). O compressor foi feito justamente com a finalidade de anular essa condição. Não deve-se, inclusive, falar muito alto ao *mike*.

Mais uma coisa: devido ao valor elevado do capacitor C2, o mesmo leva algum tempo para atingir sua carga completa. Nesse meio tempo, o compressor estará inoperante. Assim, aguarde alguns instantes antes de iniciar a conversação.

E pronto! Agora mãos à obra, ou melhor, mão ao microfone!

Relação de material

RESISTORES

R1 — 15 k (marrom-verde-laranja)
R2 — 180 k (marrom-cinza-amarelo)
R3 — 10 k (marrom-preto-laranja)
R4 — 10 k (marrom-preto-laranja)
R5 — 1 k (marrom-preto-vermelho
R6 — 470 k (amarelo-violeta-amarelo)
R7 — 47 k (amarelo-violeta-laranja)
R8 — 33 k (laranja-laranja-laranja)
R9 — 470 k (amarelo-violeta-amarelo)
R10 — 470 (amarelo-violeta-marrom)

Todos os resistores tem seu valor dado em ohms, tolerância de 5% e dissipação de 1/8 W.

CAPACITORES

C1 — 10 u
C2 — 1000 u
C3 — 10 u
C4 — 10 u
C5 — 2,2 u
C6 — 10 u
C7 — 2,2 u

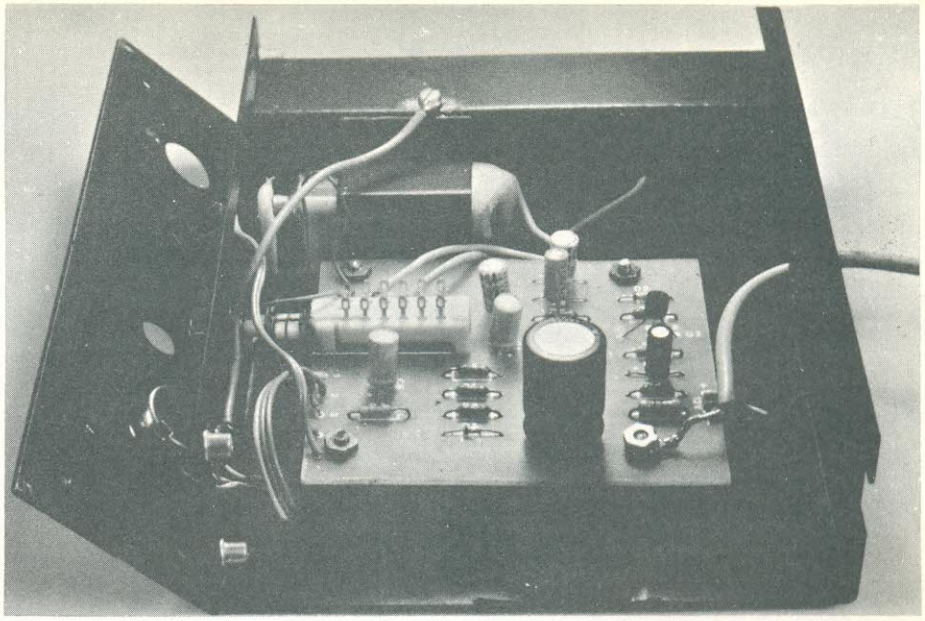
Todos os capacitores são eletrolíticos, tem seu valor dado em farads e isolação mínima de 16 V.

SEMICONDUTORES

CI1 — uA 741 ou LM 741 (circuito integrado)
Q1 — 2N 3819, 2A 244 ou MPF 102 (FET)
Q2 — BC 558 ou BC 556 (transistor PNP)
D1 — 1N 914 Ou 1N 4148 (diodo de chaveamento)
D2 — 1N 914 Ou 1N 4148 (diodo de chaveamento)
D3 — FLV 110A (LED)

CAIXAS E PERTENCES

4 parafusos 12 M3 x 10 mm
2 parafusos AA 2,9 x 6,5 mm
5 parafusos de cabeça cilíndrica 1/8" x 3/4"
9 porcas de 1/8"
2 parafusos de cabeça chata 1/8" x 1/4"
2 parafusos AA 3,5 x 13 mm
2 parafusos de cabeça cilíndrica 1/8" x 1/4"
1 potenciômetro s/chave 4,7kohms, logarítmico
1 *knob* mod. D 337
2 tomadas DIN 5 pinos
2 *plugs* DIN 5 pinos



1 chave tipo tecla, 4 pólos x 2 posições
1 *knob* p/tecla
1 suporte p/LED
1 borracha passante
2 parafusos cabeça plástica 16 M3 x 10 mm
2 arruelas plásticas 10 x 3,5 mm
1 bateria de 9 V
1 *clip* para bateria
0,5 m de cabo de 3 veias (azul-verde-vermelho)
0,5 m de cabo blindado 24 AWG
2 m de cabo de 4 veias blindado
1 painel de alumínio
4 espaçadores de fenolite 3,1 x 8 mm e 14 mm de comp.
2 m de solda trinúcleo
1 chapa de blindagem
1 fixador de bateria
2 arruelas M 3,5 mm
1 espuma plástica, 30 x 80 mm, espessura 3 mm
1 m de cabo blindado duplo 2 x22 AWG
1 caixa metálica
1 placa NE 3105 □

RELÉS

CHRISTIAN-ZETTLER

Avenida Eduardo R. Daher, 155
Fones: 495-2917 495-2918
495-2919 e 495-2856
Itapecerica da Serra, SP

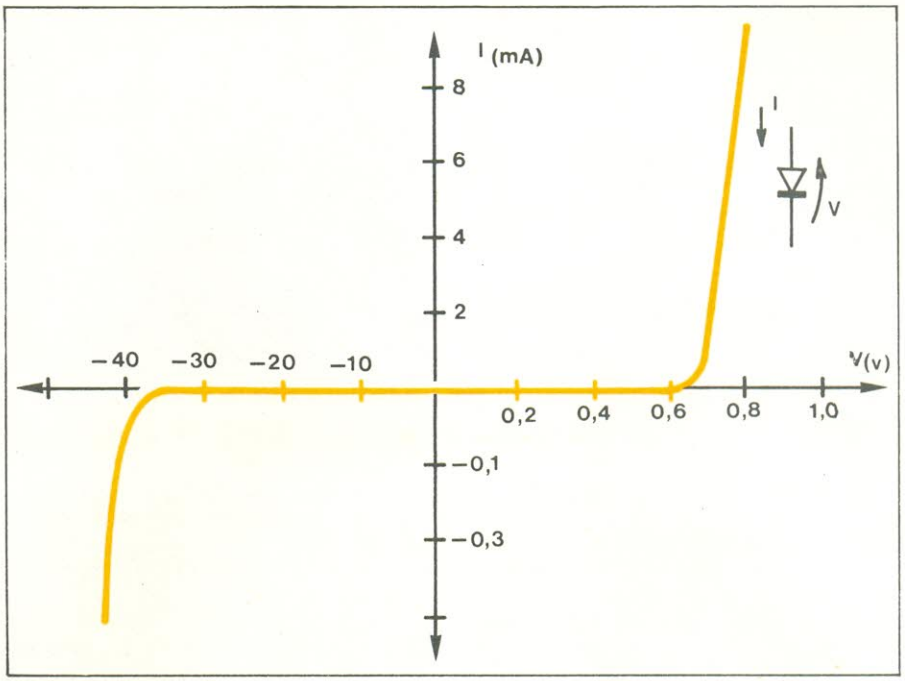
QUAL É A TENSÃO?

O PROBLEMA É SEU!

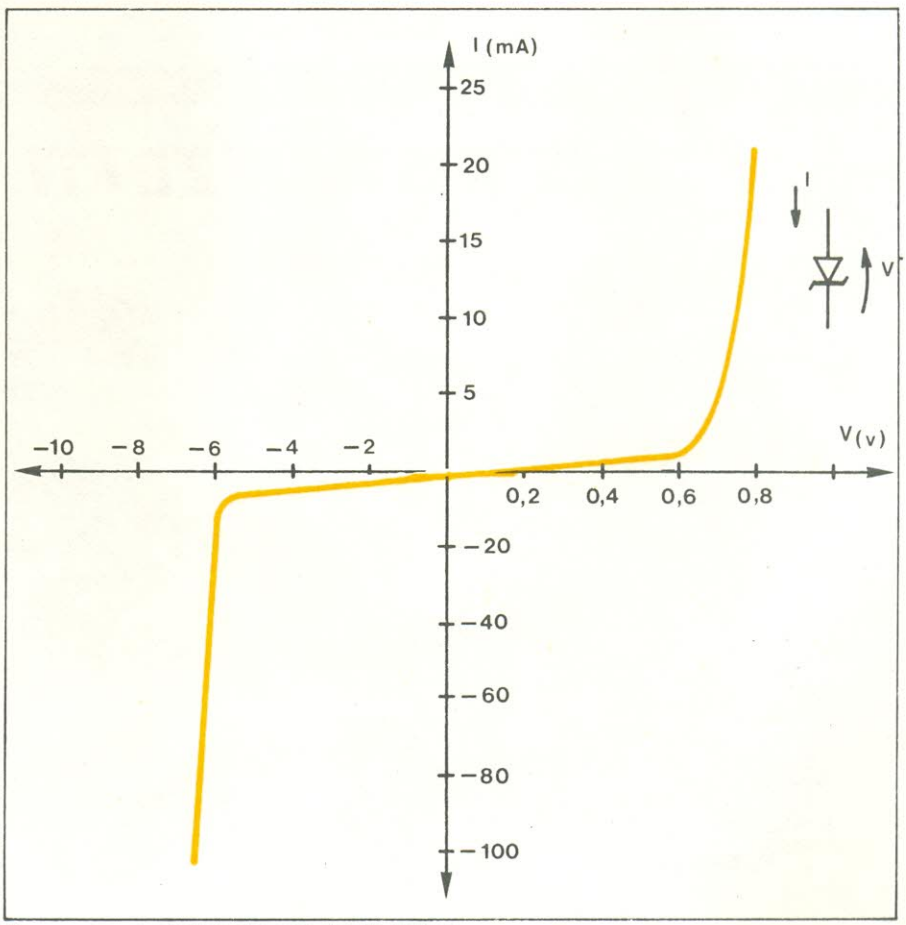
O teste deste mês irá versar sobre circuitos envolvendo diodos retificadores e diodos zener. A figura ao lado mostra as curvas características desses componentes. Para resolver o teste, oriente-se por meio dessas curvas.

São circuitos numerados de 1 a 7 envolvendo um resistor, um diodo retificador, um diodo zener e uma fonte de tensão. Descubra qual é a tensão entre os pontos A e B em cada circuito.

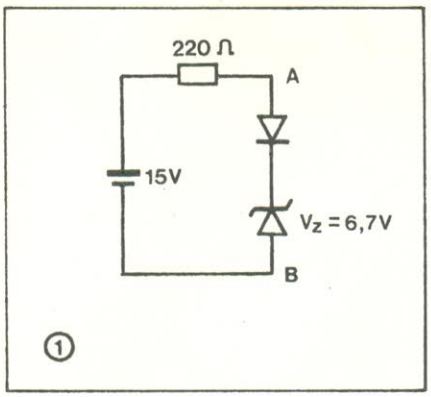
Observe em cada um deles se o valor do resistor permite ao diodo zener entrar na região de avalanche da curva e ao diodo retificador de entrar em condução.

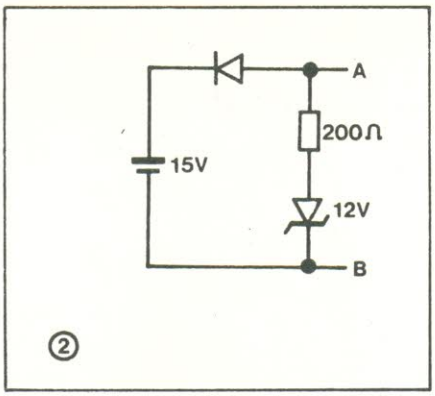


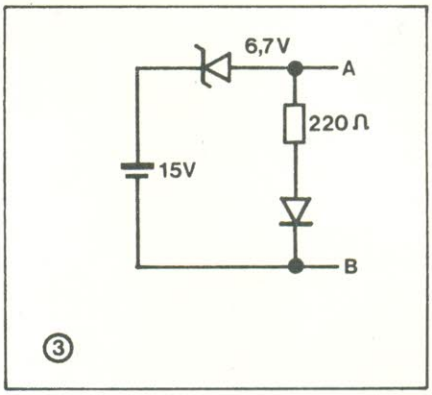
Curva característica de um diodo retificador.

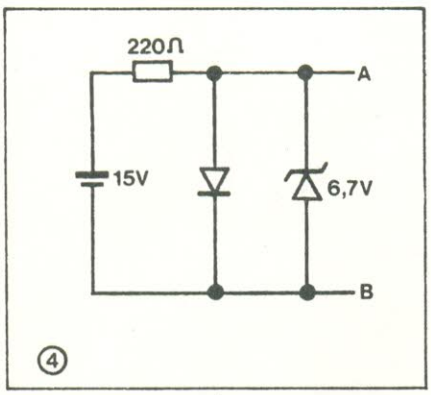


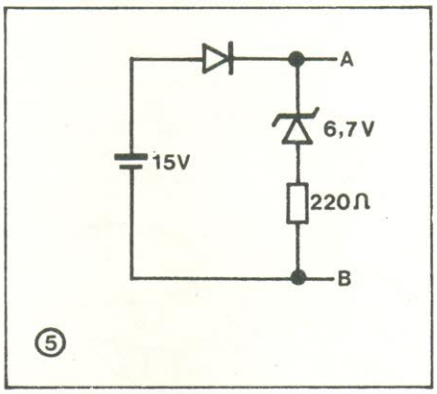
Curva característica de um diodo zener.

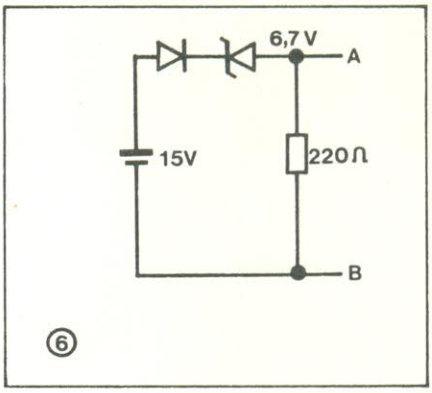


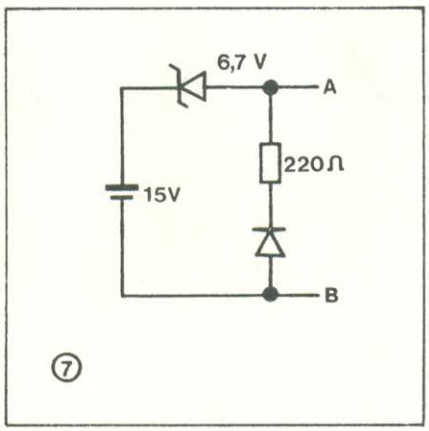












Respostas:
1 — 7,4V
2 — ≈ 15 V
3 — 8,3
4 — 0,7 V
5 — 14,3
6 — 7,6 V
7 — ≈15 V

Errata

Algumas correções devem ser feitas no artigo *Moogh: entrando nos domínios da música eletrônica* publicado na revista nº 35. Na página 16, primeira coluna do texto, onde se lê "ligue o Moogh à saída de um amplificador" leia-se "ligue a saída do Moogh à entrada de um amplificador". Na figura 2, inverter os valores de R2 e R3, e na figura 5, inverter a polaridade da bateria.

Problemas para entender circuitos digitais? Resolva-os com a Carta de Referência

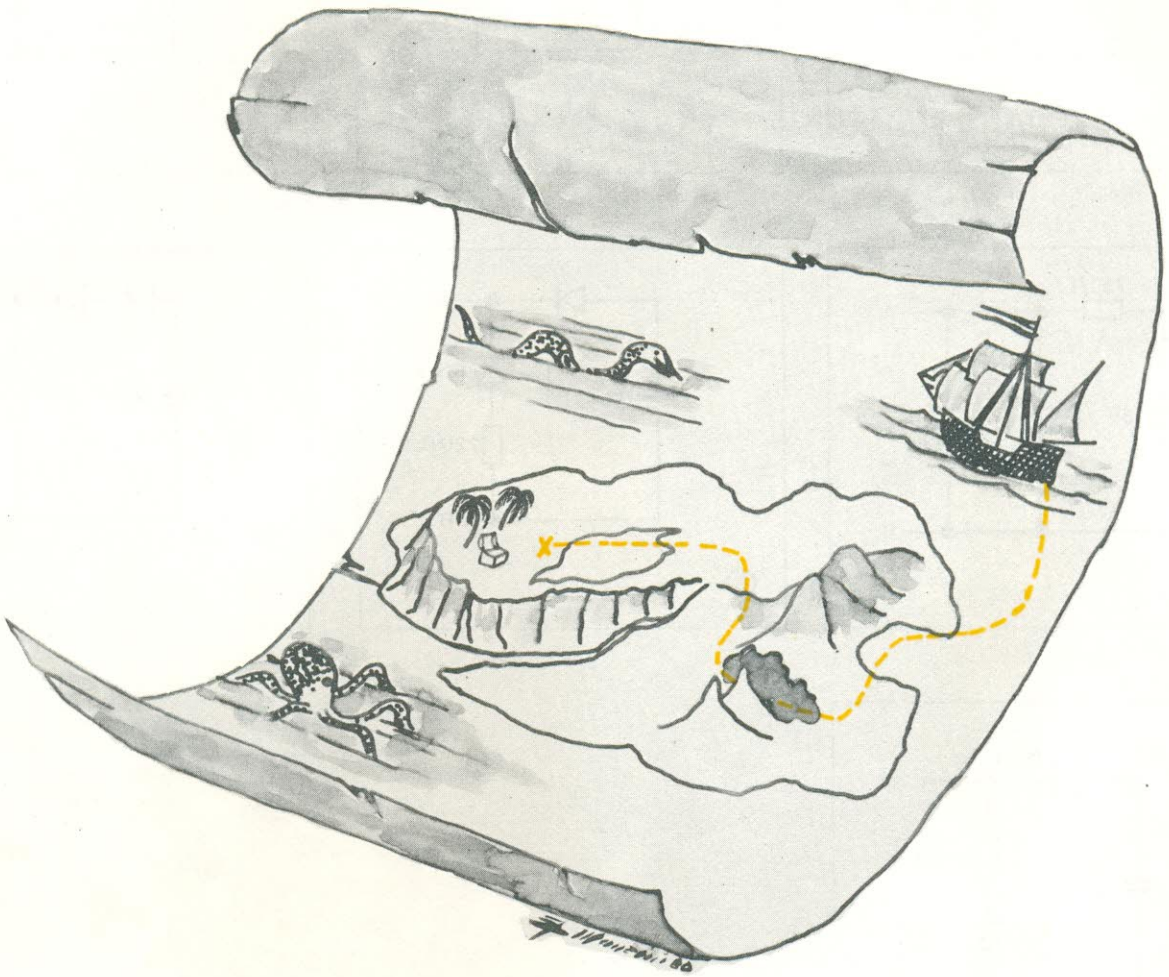


ILUSTRAÇÃO DE EDUARDO MANZINI

O leitor da Nova Eletrônica deve estar acompanhando o Curso de Prática em Técnicas Digitais que vem se desenvolvendo desde a revista 23. Antes deste curso, outros dois foram desenvolvidos visando principalmente o principiante: foram o curso de Álgebra Booleana (revistas 15 a 20) e o de Técnicas Digitais (revistas 6 a 14).

É claro que no decorrer desses cursos muitos assuntos foram estudados e a quantidade total de informações é muito grande.

Ocorre, porém, que muitas dúvidas básicas podem ser respondidas com uma espécie de "tabuada lógica", ou seja, as informações básicas resumidas numa Carta de Referência Digital.

Caso você esteja familiarizado com a lógica elementar (circuitos lógicos e álgebra booleana), a Carta lhe será muito útil para os esquecimentos ou atrapalhamentos corriqueiros.

A Carta é apresentada num aspecto didático, podendo ser aproveitada nas escolas como material de consulta.

Nesta revista apresentamos a 1ª parte da Carta. No próximo número daremos exemplos de aplicação em circuitos digitais.

Tabela Verdade

As variáveis booleanas podem assumir valores 0 ou 1. Quando falamos, por exemplo, de duas variáveis booleanas, o número de estados possíveis é 4. Para 3 variáveis, os números de estados possíveis é 8 e assim por diante.

Uma maneira de se organizar esses estados possíveis é através de uma tabela como as que podem ser vistas abaixo.

A	B	S
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

A	B	C	S
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

A	B	C	D	S
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

A primeira serve para duas variáveis A e B. A segunda para três variáveis A, B e C. A terceira para 4 variáveis A, B, C e D.

Tabelas verdade de mais variáveis podem ser conseguidas da seguinte forma:

1 — repete-se a tabela verdade de 4 variáveis duas vezes.

2 — nas primeiras 16 possibilidades a quinta variável E anexada vale 0.

3 — nas outras 16 possibilidades a quinta variável E vale 1.

4 — para mais variáveis repete-se o mesmo processo.

Além das colunas de dados existe uma outra: a coluna S. É a saída da tabela verdade. Normalmente as tabelas verdade são aplicadas a circuitos lógicos que, conforme as possibilidades das variáveis de entrada, apresentam um nível lógico ou mais de saída. A sequência desta carta de referência apresentará várias tabelas verdade para servirem de exemplo do que acabamos de dizer.

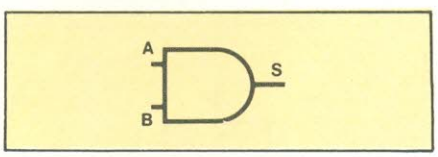
Regras de Álgebra Booleana

1 $0 + X = X$
2 $1 + X = 1$
3 $X + X = X$
4 $X + \overline{X} = 1$
5 $0 . X = 0$
6 $1 . X = X$
7 $X . X = X$
8 $X . \overline{X} = 0$
9 $\overline{\overline{X}} = X$
10 $X + Y = Y + X$
11 $X . Y = Y . X$
12 $X + (Y + Z) = (X + Y) + Z$
13 $X(YZ) = (XY)Z$
14 $X(Y + Z) = XY + YZ$
15 $X + XY = X$
16 $X(X + Y) = X$
17 $(X + Y)(X + Z) = X + YZ$
18 $X + \overline{X}Y = X + Y$

Os símbolos X, Y e Z são as variáveis lógicas, que podem valer 0 ou 1.

Lei do Produto (Intersecção)

Essa lei explica o funcionamento da porta E e utiliza as regras 5 e 6 da tabela acima.

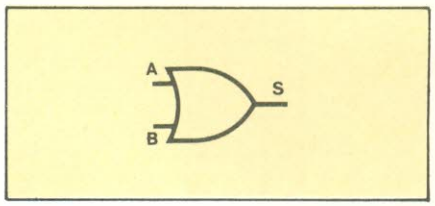


A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Para que a saída da tabela verdade seja 1, todas as entradas devem ser 1.

Lei da União

Essa lei explica o funcionamento de uma porta OU e utiliza as regras 1 e 2 da tabela.



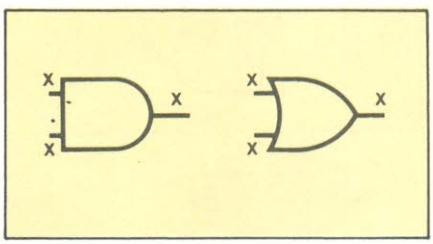
A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

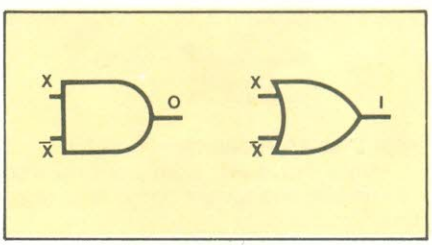
Para que a saída da tabela verdade seja 0, todas as entradas devem ser 0

Lei da Tautologia

Para qualquer operação que envolva uma só variável, a saída será a própria variável.

$X . X = X$
$X + X = X$





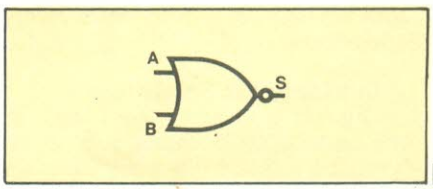
Lei dos Complementos

Se um sinal lógico e o seu complemento forem injetados na entrada de uma porta lógica, o resultado será 0 ou 1.

Numa porta E:
$X . \overline{X} = 0$
Numa porta OU:
$X + \overline{X} = 1$

A porta NOU

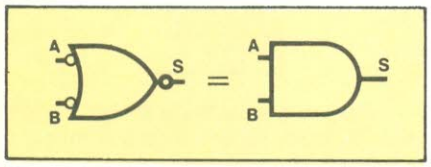
Um circuito lógico com uma porta OU seguida de um inversor. Resolve a equação booleana $S = \overline{A + B}$.



A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Para que a saída da tabela verdade seja 1 as entradas devem ser O.

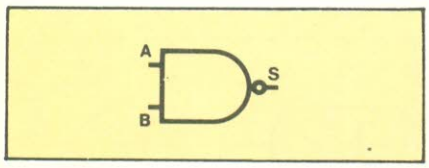
Uma porta NOU com inversores na entrada atua como uma porta E.



A porta NE

Um circuito lógico com uma porta E seguida de um inversor. Resolve a seguintes função booleana: $S = \overline{A . B}$.

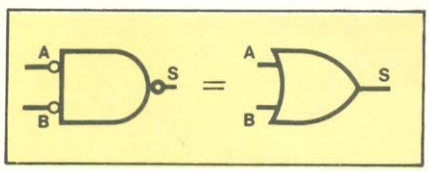
Para que a saída de uma porta NE



A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

seja 0 as entradas devem ser 1.

Uma porta NE com dois inversores na entrada atuam como uma porta OU.



Níveis lógicos

Cada símbolo da lógica (0 ou 1) é representado eletronicamente por um nível de tensão. Quando a tensão de um determinado ponto de um circuito lógico não estiver contida nas faixas de tensão dos símbolos 0 ou 1, o sinal não é reconhecido. Cada família de integrados lógicos tem os seus níveis específicos.

Dualidade das portas lógicas

Quando o nível lógico 1, em termos de tensão, for maior que o nível lógico 0, a lógica é dita **positiva**; quando acontecer o contrário, a lógica é dita **negativa**.

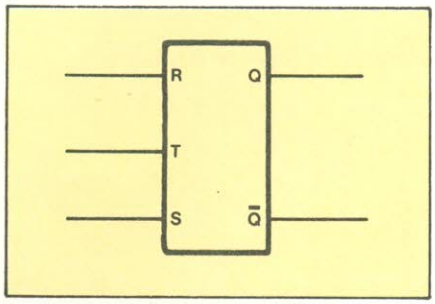
Exemplo: Lógica Positiva —
Nível 1 — 5 volts
Nível 0 — 0 volts
Lógica Negativa —
Nível 1 — 0 volts
Nível 0 — 5 volts

Flip-Flops

Circuitos lógicos capazes de memorizar níveis lógicos por armazenamento. Conseguem reter uma informação mesmo depois dela ser retirada da entrada do circuito.

Tipos de Flip-Flop

1 — O RST



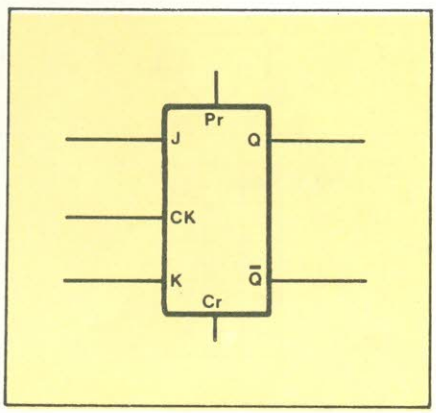
As entradas são R e S e as saídas são Q e $\overline{Q}$.

A tabela de estados destes flip-flop é a seguinte:

S n	R n	Q n + 1
0	0	Qn
0	1	0
1	0	1
1	1	?

O símbolo "?" indica estado inconsistente ou não permitido.

2 — O JK



Além das duas entradas de dados, o flip-flop JK possui uma entrada de relógio (*clock*. **Com a entrada** *clock* em nível lógico 0, as saídas Q e $\overline{Q}$ permanecem inalteradas. Só há possibilidade de mudança na saída com o *clock* em 1. Na tabela verdade abaixo os índices n indicam o estado anterior à aplicação de um pulso e os índices n + 1 indicam o estado adquirido imediatamente após a aplicação de um pulso na entrada *clock*.

Jn	Kn	Qn+1
0	0	Qn
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q}$n

As entradas preset e clear servem para impor um determinado estado na saída do flip-flop. A tabela abaixo resume as funções dessas entradas.

Pr	Cr	Qn+1
0	0	?
0	1	1
1	0	0
1	1	Qn

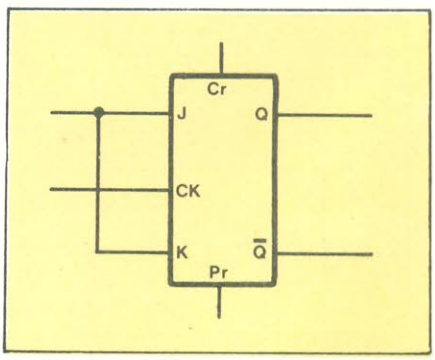
4 — O JK Mestre-Escravo

Durante o período em que a entrada *clock* permanece em nível lógico 1, uma célula RS denominada Mestre armazena uma informação e, quando o pulso de *clock* desce, a informação armazenada na primeira é transferida para a segunda célula denominada Escravo.

A tabela verdade é a mesma de um flip-flop JK normal com a vantagem de eliminar transientes nas saídas Q e Q. Na verdade, o único instante em que pode haver troca de informações na saída é na descida do pulso ou na subida do pulso (quando a entrada *clock* vier precedida por um inversor)

5 — O flip-flop tipo T

Como mostra a figura abaixo, o flip-flop tipo T nada mais é que um flip-flop JK com suas entradas curto circuitadas.



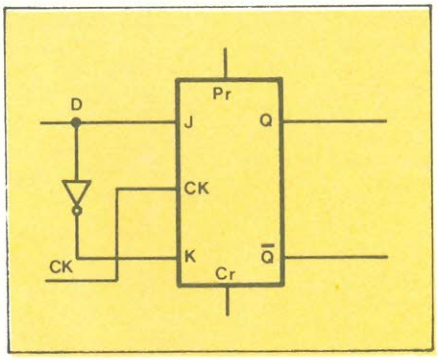
Como mostra a tabela verdade, a presença do nível-lógico 1 na entrada T força a inversão de estado depois da aplicação de um pulso de *clock*. O ní-

vel 0 faz com que ele permaneça como está indefinidamente.

Tn	Qn + 1
0	Qn + 1
1	Qn + 1

6 — O flip-flop tipo D ou de atraso

Quando se faz a entrada $K = \overline{J}$ temos um flip-flop tipo D. Sua característica é a de sempre transferir para a saída o conteúdo da entrada D, só que com atraso de um pulso (veja a tabela verdade) □

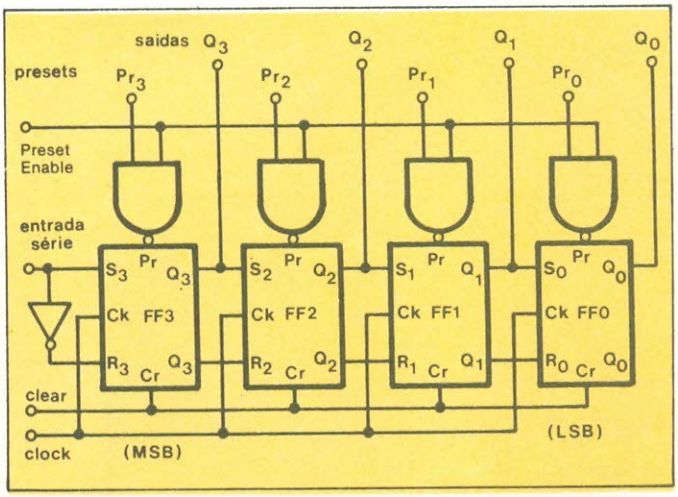


Dn	Qn + 1
0	0
1	1

Registrador de Deslocamento

Um flip-flop consegue reter uma só informação digital. Ocorre que, normalmente, os dados digitais vêm em blocos de 4 (palavras) ou de 8 (bytes) informações simultâneas.

O primeiro dispositivo capaz de armazenar informações em palavras ou bytes foi o registrador de deslocamento.



Funcionamento Paralelo-Paralelo

As informações a serem armazenadas são injetadas nas entradas P_0P_3. A entrada inibidora é liberada (nível lógico 1). Quando a entrada *clock* estiver em nível lógico 0, as informações presentes nas entrada Preset serão transferidas para as saídas Q_0 a Q_3.

Funcionamento Série-Paralelo

Alguns dados podem vir sequencialmente no tempo, em forma de pulsos; as informações assim dispostas são chamadas de informações Série. É possível através do registrador de Deslocamento armazená-las em Paralelo. Para que isso ocorra, basta que as informações série sejam injetadas da entrada Série e a cada pulso de clock as informações são transferidas de um flip-flop para o outro até preencher todas as células.

Funcionamento Paralelo-Série

Nesse caso as informações são armazenadas em Paralelo-Paralelo e depois, através de 4 pulsos de clock são recuperadas na saída Q_0 sequencialmente no tempo.

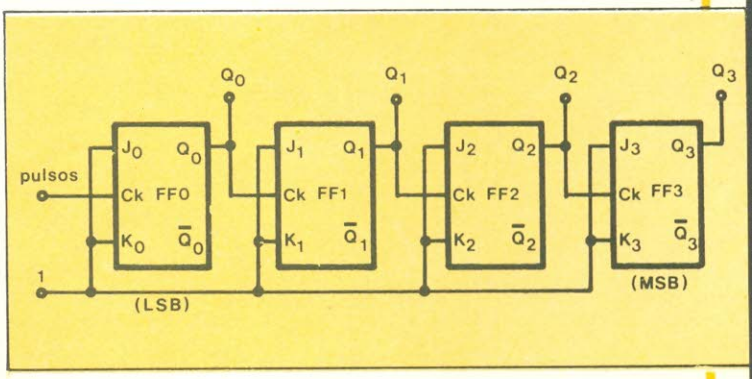
Funcionamento Série-Série

Inicialmente as informações são armazenadas no Registrador em Série-Paralelo e depois são recuperadas na saída Q_0 em Paralelo-Série.

Contadores Assincronos

Um contador assincrono é construído com flip-flops tipo T com a entrada T em nível lógico 1. A saída do flip-flop anterior é injetada na entrada clock do flip-flop posterior. O contador efetuará a contagem de pulsos injetados na entrada *clock* do primeiro flip-flop.

O contador mostrado na figura gera o código hexadecimal (contador módulo 16).



Funcionamento de um contador Assíncrono

O primeiro flip-flop Q_0 muda de estado a cada pulso de clock.

Todas as outras saídas Q mudam de estado quando a saída do flip-flop anterior completar um ciclo, dando origem à tabela verdade abaixo:

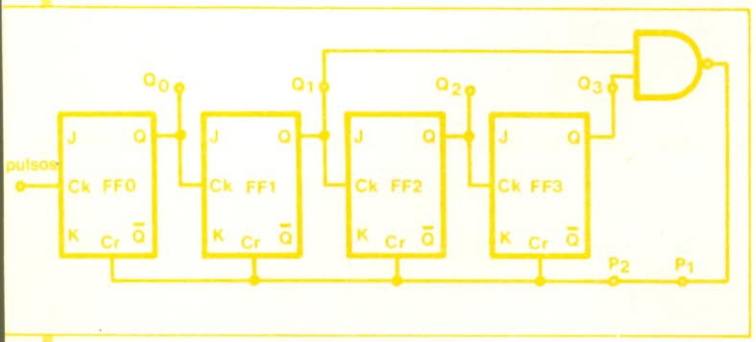
Pulsos	Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1
16	0	0	0	0

Contagem em módulo N

Um contador de 2 flip-flops apresenta 4 estados distintos (módulo 4), um contador de 3 flip-flops apresenta 8 estados distintos (módulo 8), um contador de 4 flip-flops apresenta 16 estados distintos (módulo 16) e assim por diante.

É possível fazer com que um contador de módulo 16 passe a ser um contador de módulo 10 (contador de década). Para que isso seja possível, deve-se acionar as entradas *clear* de todos os flip-flop quando se deseja voltar ao início da contagem.

No contador de décadas abaixo, o estado 1010 para $Q_3Q_2Q_1Q_0$ é detetado pela porta NE que realimenta esse estado às entradas clear dos flip-flops JK, interrompendo a contagem nesse ponto e fazendo voltar ao estado inicial 0000.



Contadores Síncronos

Os contadores assíncronos são assim chamados porque as entradas clock dos flip-flops não são sincronizados, isto é, uma mudança de estado de um flip-flop depende da mudança de estado de outro.

Nos contadores síncronos todas as entradas clock são curto-circuitadas de tal modo que as mudanças de estado sejam simultâneas.

Funcionamento de um contador Síncrono

Nesse tipo de contador as entradas T são realimentadas às saídas Q da seguinte forma:

$T_0 = 1$; $T_1 = Q_0$; $T_2 = Q_1Q_0$; $T_2 = Q_1Q_0$; $T_3 = Q_2Q_1Q_0$ e assim sucessivamente.

A realimentação acima delineada é feita observando-se a tabela verdade. Um dígito mais significativo só se altera quando todos os outros menos significativos estiverem em nível lógico 1.

KITS ELETRÔNICOS ?

SÓ KIT
SÓ KIT

A CASA DO KIT ELETRÔNICO

-Assistência Técnica
-Reposição e Venda de Peças e Componentes

R. Vitória, 206 · Fone: 221-4747 · CEP 01210 · S. Paulo

(Estacionamento Grátis para Clientes: R. Vitória, 317)

Revendedor Superkit, Malitron e Nova Eletrônica.

Gemaeffe Comércio Importação e Exportação Ltda.

SANTA EFIGÊNIA NO ABC?

TEMOS O PRAZER DE OFERECER ÀS INDÚSTRIAS, RADIOMADORES, TÉCNICOS, ESTAÇÕES DE RÁDIO, ESTUDANTES, com os melhores preços da praça e atendimento carinhoso:

— *Instrumentos de medição: TRIO, ICE, SIMPSON, HICKOK, CSC, LABO, NATIONAL, B&K, HIOKI, FLUKE, MINIPA, KAISE*

— *Circuitos integrados — diodos, transistores, triac, diac, tiristores, etc. — TEXAS, NATIONAL, FAIRCHILD, RCA*

— *Componentes vários: Joto, condensadores cerâmicos, etc..*

— *Motores, cabeças para gravador e rádio, nacionais e importados*

— *Valvulas industriais e radiofusão: EIMAC — GE — BB — RCA*

— *Condensadores especiais. Digitron — Merctronic*

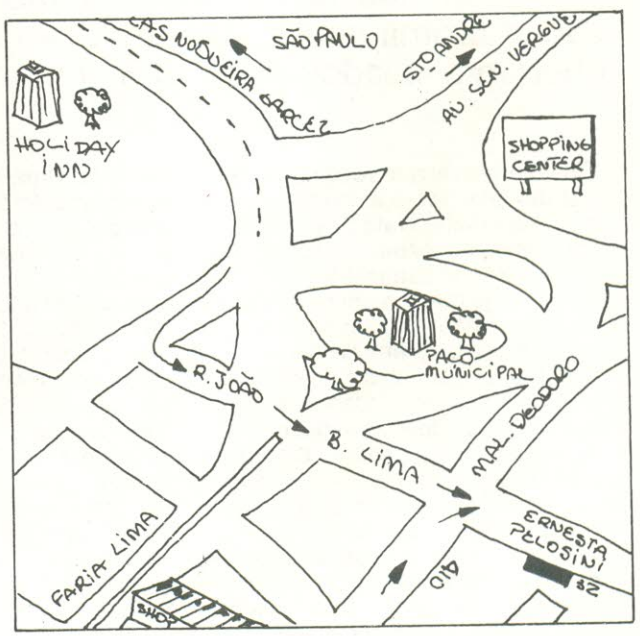
— *Kits NOVA ELETRÔNICA com assistência técnica exclusiva*

— *Componentes industriais DIGITRON*

— *Produtos AEROFIL*

— *Kits e caixas moduladas MALITRON*

— *Transformadores WILLKASON, EASA*



O NOSSO ENDEREÇO?

Rua Ernesta Pelosini, 32 CEP 09700
Caixa Postal 594 Fone: 448 33 61
Telex: (011) 32013 DGTN-BR
São Bernardo do Campo, SP

As ondas acústicas de superfície ajudando a diminuir o tamanho de dispositivos eletrônicos

ILUSTRAÇÃO DE EDUARDO MANZINI

Um fenômeno físico praticamente ignorado torna-se aplicável em eletrônica: as ondas acústicas de superfície. Com elas pode-se construir linhas de atraso, osciladores, amplificadores, filtros e tudo quanto a imaginação permitir.

A combinação de fatores como dissipação de potência mínima, concepção microminiaturizada, produção em larga escala dá aos dispositivos que operam baseados nas O.A.S. um promissor futuro comercial e tecnológico.

É bem provável que você nunca tenha ouvido falar sobre as ondas acústicas de superfície. Trata-se de um fenômeno físico descoberto e estudado no século XIX e esquecido durante muitos anos, já que, do ponto de vista físico, o tema não apresenta mais nenhum interesse para fins de pesquisa. Porém, as ondas acústicas de superfície voltam a ser estudadas nos dias de hoje, e isso se deve as aspecto prático que passaram a possuir. Dispositivos eletrônicos utilizam esse fenômeno físico para diversos fins, os quais estudaremos a seguir.

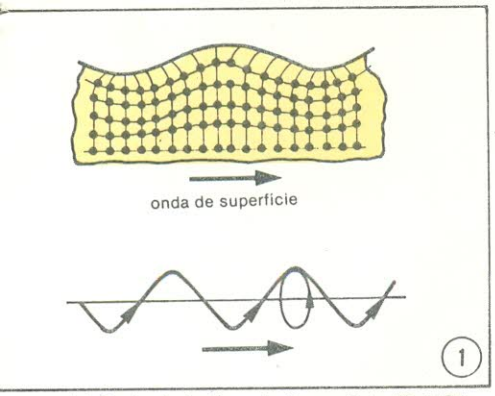
As ondas acústicas de superfície podem ser comparadas com as ondas na superfície do mar ou de um lago. Como sabemos, essas ondas são longitudinais, isto é, a ondulação é perpendicular à direção de propagação da onda. Uma característica do fenômeno ondulatório é o transporte de energia sem o transporte de matéria — numa interpretação no modelo clássico da física. O mesmo ocorre com as ondas que se propagam na superfície de um sólido e, em particular, de um cristal. Um sinal acústico tem uma velocidade de propagação ao longo do cristal bem próxima da velocidade do som, o que já sugere uma aplicação em eletrônica como uma linha de atraso poderosíssima, já que, em condutores normais, a velocidade de propagação da corrente elétrica é próxima da velocidade da luz, cerca de um milhão de vezes maior que a velocidade do som nos sólidos.

Filmes de metal bem finos depositados na superfície do cristal são os transdutores de energia elétrica para acústica. Pela manipulação dessas ondas na superfície do cristal inúmeros dispositivos eletrônicos, tais como, osciladores, amplificadores e processadores de sinais podem ser construídos.

Um pouco de história

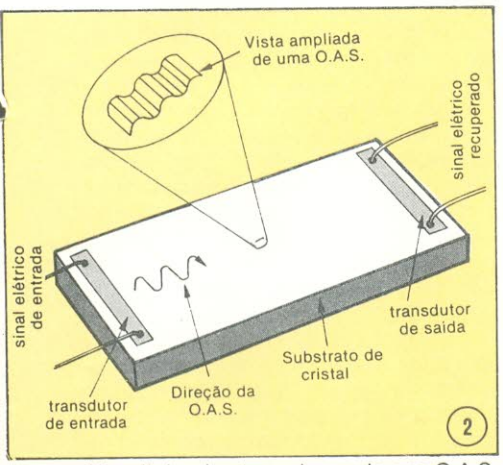
Como já dissemos, foi no século XIX que o fenômeno foi estudado. Mais precisamente, Lord Rayleigh é apontado como seu descobridor. Em 1885 ele descreveu as ondas que se propagam na superfície terrestre depois de um terromoto, dando uma ampla gama de informações aos sismólogos. A mesma teoria desenvolvida por Rayleigh foi aplicada a outros sólidos com razoável sucesso.

Porém, só foi no início dos anos 60 que a propagação de ondas sono-



(a) Onda Acústica de Superfície (O.A.S.).
(b) analogia direta com ondas em água.

ras de alta frequência através de um cristal foi demonstrada. O desenvolvimento de transdutores de energia elétrica para acústica, os transdutores interdigitais (T.I.D.) foram desenvolvidos apenas na metade da década de 60.



Uma linha de atraso baseada nas O.A.S.

A Física das Ondas Acústicas de Superfície

As ondas acústicas de superfície (O.A.S.) são apenas um tipo na família de ondas identificadas num material cristalino. A propriedade comum a todos os tipos de onda num cristal é a transferência de energia acústica de uma parte para outra da estrutura cristalina.

Num cristal os átomos que o compõem estão arranjados ordenadamente numa estrutura a qual chamamos de rede cristalina, cada partícula é presa numa posição por meio de forças elásticas exercidas pelos átomos vizinhos (imagine uma rede de milhares de bolas de bilhar presas por pedaços de borracha sintética numa estrutura cúbica).

Podemos identificar três tipos principais de ondas que se propagam num cristal: as longitudinais, as transversais e as de superfície.

As ondas transversais se propagam pelo cristal através da expansão e compressão da rede cristalina. É uma espécie de onda não encontrável na superfície do cristal. O segundo tipo, as ondas longitudinais, fazem as partículas da rede vibrarem em ângulos retos em relação à direção de propagação da onda; novamente, esse tipo de onda não é observável na superfície. O terceiro tipo são as ondas acústicas de superfície, observe a figura 1 (a). É uma combinação das ondas longitudinais e transversais e é associada apenas com a superfície de um cristal. Pode-se fazer uma analogia com as ondas na superfície do mar, como mencionamos acima, é interessante notar que o movimento das partículas submetidas às ondas acústicas de superfície é também retrogrado e elíptico, tal qual nas ondas marítimas.

As ondas transversais e longitudinais são observáveis em cristais osciladores, largamente usados como fontes de sinais com frequência estável em circuitos e equipamentos de comunicações.

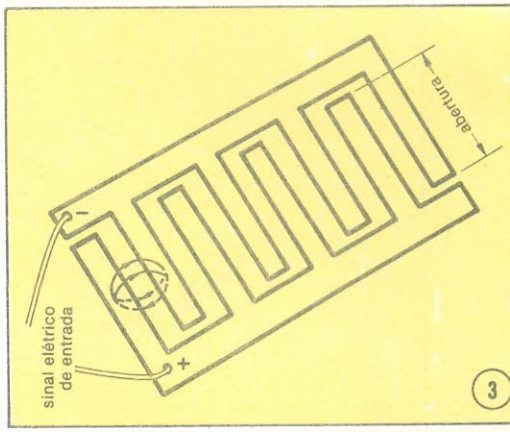
A velocidade média de uma O.A.S. é cerca de 10^5 vezes menor que a velocidade de uma onda eletromagnética, isto é, a velocidade da luz. Em outras palavras, um sinal eletrônico que ocupa um cabo de uma milha pode estar contido em apenas um centímetro de superfície de um cristal. O tempo que uma corrente elétrica leva para percorrer uma milha é o mesmo que uma onda acústica de superfície leva para percorrer um centímetro do cristal.

Isso significa que com um cristal pode-se conseguir uma linha de atraso incrivelmente compacta. Mas, para que isso se torne realidade, é preciso fazer com que o sinal elétrico seja transformado numa fonte de emissão de ondas mecânicas de tal modo a forçar a propagação das O.A.S. e, num outro ponto da superfície do cristal, recolher o sinal acústico e transformá-lo novamente num sinal elétrico. Os materiais que se prestam a essa tarefa são chamados de piezelétricos os quais discutiremos a seguir. A figura 2 mostra uma linha de atraso com transdutores de entrada e saída.

Os Transdutores

A transdução elétrico-acústica ocorre em duas partes. O primeiro estágio é a conversão do sinal elétrico de entrada num sinal proporcional a um campo elétrico que varia de intensidade e polaridade de acordo com o sinal de entrada. O segundo estágio usa a propriedade de transdução dos materiais piezelétricos, que vibram mecanicamente em sincornismo com o campo elétrico nele induzido.

Os cristais mais usados para a transmissão das O.A.S. são o quartzo



Transdutor interdigital para acoplamento com sistemas elétricos.

e o niobato de lítio, ambos materiais piezelétricos. Logo, esses materiais reúnem as duas características necessárias para que atuem como linhas de atraso: são cristais e são materiais piezelétricos.

Os transdutores interdigitais

Um transdutor interdigital tem a forma de duas mãos com os dedos entrelaçados, como mostra a figura 3. Essas duas mãos hipotéticas são chapas de filme fino de alumínio colocados no substrato do cristal. O sinal elétrico de entrada a cada uma das mãos por meio de terminais apropriados. O campo elétrico gerado atua entre os dedos de cada mão como mostra o detalhe da figura 3. O espaçamento entre cada um dos dedos é igual à metade do comprimento de onda da O.A.S. e a largura de cada dedo é tipicamente um quarto do comprimento de onda. Conhecendo-se a velocidade do som no cristal e a frequência do sinal de entrada, pode-se determinar o comprimento de onda da O.A.S.

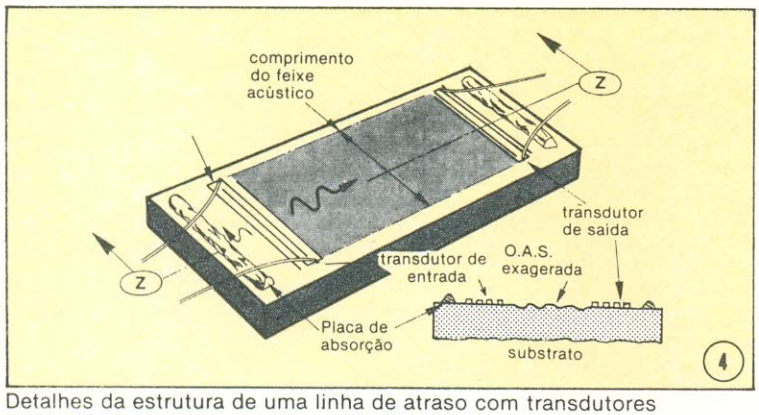
A abertura do transdutor (veja a figura 3) determina a impedância vista pelo sinal de entrada, que na maioria das vezes é de 50 Ohms. Para essa impedância a abertura do transdutor se encontra na faixa dos 20 até os 100 comprimentos de onda.

O transdutor descrito gera uma onda acústica de superfície bidirecional.

Da mesma forma como o transdutor gera uma O.A.S., ele pode ser usado como detector de O.A.S., isto é, transformar o sinal acústico de superfície num sinal elétrico.

Linhas de Atraso

As linhas de atraso são, provavelmente, os dispositvos de aplicação das O.A.S. mais importantes. Servem simplesmente para atrasar de um determinado período de tempo os sinais de entrada e saída, não alterando suas



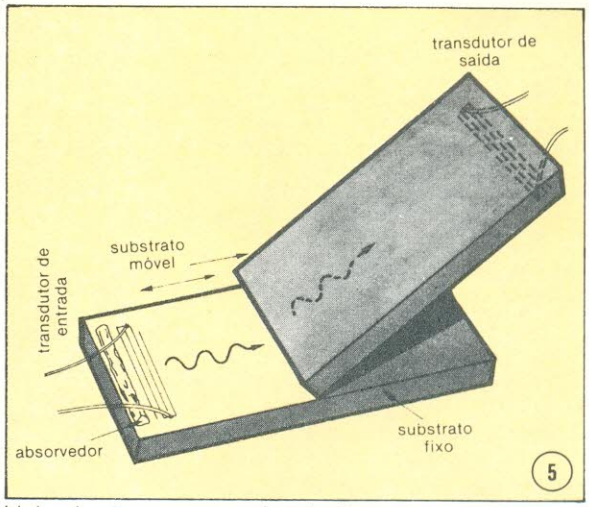
Detalhes da estrutura de uma linha de atraso com transdutores interdigitais.

formas de onda. Um transdutor interdigital de entrada recebe o sinal elétrico que se deseja atrasar e o transforma numa O.A.S. que percorre o cristal e é recolhida no outro extremo do mesmo. O tempo de atraso depende do comprimento do cristal medido do centro de um transdutor ao centro do outro.

A figura 4 mostra uma vista em perspectiva e uma em perfil do dispositivo que atua como linha de atraso.

Como as O.A.S. criadas pelos transdutores interdigitais são bi-direcionais, haverá uma onda se propagando em direção contrária da que se deseja e, se ela não for amortecida, poderá refletir e retornar interferindo com a O.A.S. que se propaga na direção correta. Uma espécie de cera negra é usada para absorver essas O.A.S. indesejadas. Essa cera é colocada na superfície do cristal e atua analogamente à areia de úma praia absorvendo as ondas do mar.

Transdutores onidirecionais podem ser construídos com uma perda de dois terços em largura de faixa em relação aos bidirecionais. O tempo de atraso possível com niobato de lítio pode chegar a 2,88 microsegundos por centímetro.



Linha de atraso com graduação linear.

Fabricação

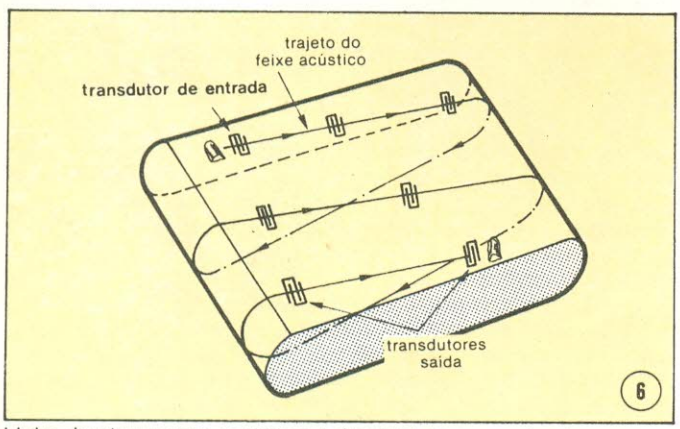
O método de construção é comum a todos os dispositivos que operam com as O.A.S. Tendo selecionado o cristal, cortado e polido, os transdutores de filme metálico são depositados usando as técnicas convencionais usadas nos circuitos integrados. As conecções elétricas aos transdutores interdigitais são feitas com fios de ouro ultra-fino ligados aos filmes de metal. Esses fios têm um diâmetro de centésimos de milímetro. A construção dos transdutores requer apenas um estágio de deposição a vácuo e uma máscara padrão, que define as áreas a serem recobertas com metal, dando a possibilidade de produção em massa desses dispositivos.

Obviamente com esse procedimento o custo é mínimo e uma padronização de transdutores pode ser assegurada. Essa compatibilidade com as técnicas utilizadas em micro-eletrônica com consequente possibilidade de produção em larga escala tornam as linhas de atraso baseadas nas O.A.S. bastante promissoras.

Linhas de Atraso Variáveis

Uma linha de atraso variável pode ser conseguida claramente com o uso de vários transdutores interdigitais colocados ao longo do cristal. É claro que conforme a distância entre o transdutor emissor e o receptor o tempo de atraso varia. Com a colocação de vários transdutores interdigitais num mesmo cristal surge um problema: alguns transdutores podem refletir a onda acústica incidente provocando um fenômeno de interferência mútua entre os transdutores. Técnicas especiais têm sido desenvolvidas para sanar esses problemas.

As linhas de atraso até agora mencionadas podem fornecer valores discretos de tempo. Para a obtenção de níveis contínuos de tempos de atraso, dois cristais são usados, como mostra a figura 5. Como se pode observar, um dos substratos é fixo, enquanto o outro desliza mecanicamente sobre esse. Bastaria um ponto de contato entre um substrato e outro para que as O.A.S. fossem transferidas do substrato fixo para o móvel.



Linha de atraso com percurso helicoidal para grandes tempos de atraso.

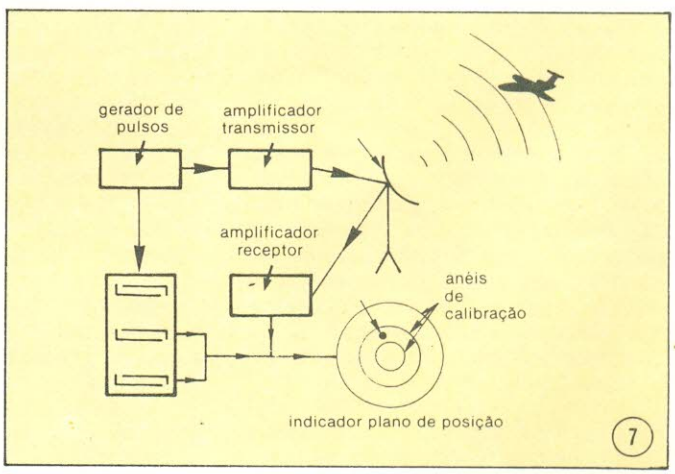
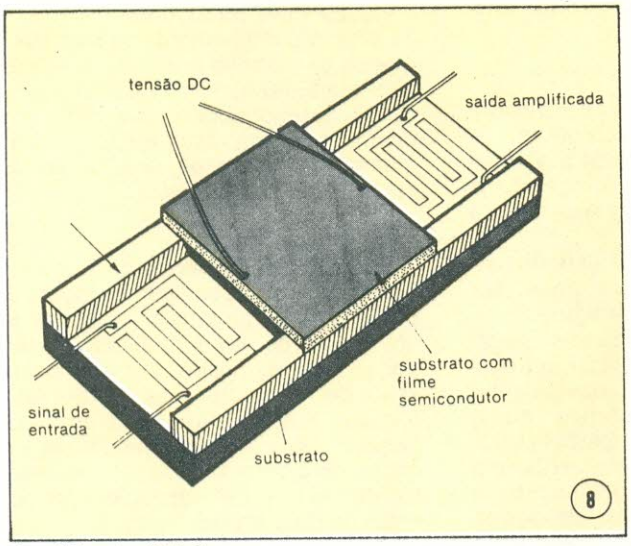
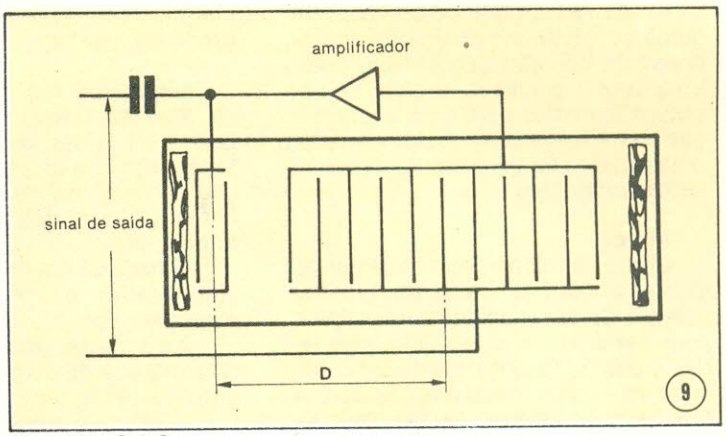


Diagrama de blocos de um gerador de anéis de calibração para radar.



Amplificador O.A.S.



Oscilador O.A.S.

Para que se consiga tempos de atraso cada vez maiores, não é preciso construir um cristal retilíneo e longo. Há técnicas de construção de substratos curvilíneos que conseguem, num tamanho reduzido de um cristal, constituir linhas de atraso mais voláteis. Existem linhas de atraso de formato helicoidal como mostra a figura 6. Com um percurso espiralado pode-se multiplicar por um fator de até 100 a distância percorrida pelas O.A.S. Vários transdutores são colocados ao longo do cristal dando várias opções de saída. Tempos de atraso de vários milisegundos são conseguidos com essa técnica.

Nos radares

As aplicações para as linhas de atraso baseadas nas O.A.S. incluem os sistemas de radar. A figura 7 mostra um diagrama de blocos que ilustra a utilização de uma linha de atraso num gerador padrão para o visor de um radar. Nesse exemplo, cada um dos transdutores de saída da linha de atraso geram um círculo na tela que corresponde a uma determinada distância. Como se sabe um radar determina a distância entre a antena e um alvo através da diferença de tempo entre o sinal emitido e o refletido pelo objeto. Pode-se, então, simular as várias distâncias padrão com um gerador de pulsos e uma linha de atraso O.A.S..

O amplificador recebe o sinal das linhas de atraso e gera um sinal indicativo para o sistema de amostragem

BRASITONE

Em Campinas
O mais completo e variado estoque de circuitos integrados C-MOS, TTL, Lineares, Transístores, Diodos, Tirístores e Instrumentos Eletrônicos

KITS NOVA ELETRÔNICA
Rua 11 de Agosto, 185 — Campinas — Fone: 31-1756

visual do radar, gerando então os círculos concêntricos chamados indicadores de posição que servem como uma escala graduada. É claro que os pulsos injetados pelo gerador de R.F. são os mesmos que aqueles enviados pela antena, ou pelo menos sincronizados com estes.

Filtros

Como já mencionamos anteriormente, a faixa de resposta em frequência de um transdutor interdigital pode ser controlada variando o número de dedos. Quanto maior for o número de dedos, mais estreita será a faixa e mais seletivo será o transdutor. Logo, o fator de filtragem do transdutor é diretamente proporcional ao número de dedos deste, dando margem à construção de filtros através dos transdutores interdigitais. A frequência central é determinada pelo espaçamento entre os dedos, que é igual à metade do comprimento de onda da frequência central desejada. O filtro resultante é do tipo passa-faixa.

Normalmente os filtros não podem ser acoplados a um substrato de um circuito integrado. Eles são construídos como elementos à parte, geralmente à base de indutores e capacitores, tornando a montagem trabalhosa e descompacta. Com os filtros O.A.S. esse problema de espaço é resolvido, eles aparecerão nos circuitos elétricos como mais um circuito integrado da montagem.

Amplificadores

A necessidade de um amplificador O.A.S. é notável, por exemplo, numa longa linha de atraso onde a atenuação da onda no cristal atinge níveis críticos, abaixo dos quais a onda será imperceptível.

O funcionamento básico de um amplificador desse tipo pode ser acompanhado através da figura 8.

O sinal a ser amplificado é aplicado à entrada do dispositivo, um transdutor interdigital que, obviamente, transforma o sinal elétrico numa O.A.S.. Essa onda de superfície atravessa o cristal sob um intenso campo elétrico produzido por um substrato com filme semicondutor de forma chapeada. A ação do campo elétrico é a de aumentar o nível dos picos e vales das O.A.S., dando, assim, o efeito de amplificação.

Na saída do dispositivo, um outro transdutor interdigital é colocado para novamente transformar a onda de superfície num sinal elétrico. É claro que as perdas sofridas pelo sinal neste duplo processo de transdução (sinal elétrico — O.A.S. — sinal elétrico) devem ser compensadas pelo ganho do amplificador.

Ganhos superiores a 10^7 têm sido conseguidos até o momento. Para tanto a tensão aplicada ao filme semicondutor deve ter alguns quilovolts.

Um fato interessante de se notar é que se os elétrons num cristal se movem mais devagar em relação a uma O.A.S., a tendência é haver uma atenuação da onda. Esse efeito é usado quando se deseja eliminar ondas de superfícies indesejáveis.

Osciladores

O diagrama genérico de um oscilador pode ser observado na figura 9. Basicamente combina o esquema de um filtro e de um amplificador externo. Esse amplificador faz o sinal de saída do transdutor interdigital retornar para a entrada do filtro, com um excesso de ganho. A frequência de oscilação é determinada pelo transdutor de saída e pelo espaçamento (D) entre os dois transdutores.

O número de pares de dedos do transdutor de saída determina a banda passante enquanto o espaçamento entre os dedos determina a frequência central.

A faixa de frequência até hoje admissível de operação desses osciladores vai dos 20 MHz até 1 GHz. Osciladores acima de 300 MHz podem ser pequenos o suficiente para caber num invólucro tipo TO-8, com amplificador integrado.

As aplicações para circuitos desse tipo vão desde os sintonizadores de TV até fontes de microondas de baixo ruído.

BARTÔ
REPRESENTAÇÕES E COMÉRCIO LTDA.
ELETRÔNICA

KITS NOVA ELETRÔNICA
DIODOS — CI — INSTRUMENTOS
TRANSISTORES EM GERAL

RUA DA CONCÓRDIA, 312/314 —
FONES: 224-3699 — 224-3580
RECIFE — PE.
TELEX 0112201

NATIONAL
SEMICONDUCTOR

DS8907 Sintetizador Digital de Freqüências por Phase-Locked Loop para AM/FM

Descrição geral

O integrado DS8907 é um sintetizador a PLL projetado especificamente para utilização em rádios AM/FM. Contém um oscilador de referência, um comparador de fase, uma bomba de carga, um divisor programável, em dois módulos, que opera a 120 MHz e é baseado nas tecnologias ECL/I^2L, e ainda um *shift register/latch* de 18 bits, para a entrada seriada de dados. O dispositivo foi projetado para operar juntamente com um controlador de dados seriados, produzindo os necessários códigos de divisão para cada freqüência e as informações sobre estados lógicos para as entradas e saídas de funções no rádio.

O oscilador Colpitts de referência do PLL opera a 4 MHz. Uma cadeia de divisores é utilizada na produção de um sinal de *clock* de 500 kHz para o controlador externo. Divisores adicionais geram um sinal-referência de 25 kHz, para FM, e de 10 kHz, para AM. Um dos sinais de referência é selecionado pelos dados do controlador, para ser empregado pelo comparador de fase.

Os dados circulam entre o sintetizador de freqüências e o controlador através de um sistema de barra a 3 condutores. Tal sistema consiste de uma linha de entrada de dados, uma linha de habilitação, e uma linha de *clock*. Sempre que a linha de habilitação estiver em seu estado baixo, os dados estão livres para se deslocarem do controlador para o sintetizador de freqüências. Quando essa linha é levada para seu estado alto, a entrada de dados é inibida e os dados presentes no *shift register* são congelados.

Dos 20 bits de dados do controlador, os dois primeiros bits endereçam o dispositivo, permitindo que os outros sistemas partilhem da mesma barra. Dos 18 bits restantes, os 13 seguintes são utilizados para o código de divisão do PLL. E os 5 finais estão ligados, através de *latches*, a determinados pinos de saída. Estes 5 bits podem ser utilizados para ativar certas funções nos receptores, tais como a de ganho, a de emudecimento entre estações, a de FM e AM e a de estéreo; as 5 saídas são do tipo coletor aberto. O bit 16 é empregado internamente, na seleção da entrada do oscilador local de AM ou FM e na escolha entre as referências de 10 e 25 kHz. Um nível alto nesse bit indica FM e um nível baixo, AM.

A seção PLL consiste de um divisor I^2L, programável, de 13 bits, de um comparador de fase ECL, de um *prescaler* ECL módulo duplo (p/p + 1), e de uma bomba de carga de alta velocidade. O divisor programável divide por (N + 1), sendo N o número carregado no *shift register* (bits 1-13 após o endereçamento). Ele recebe um *clock* da entrada AM, por intermédio de um *prescaler* ECL ÷ 7/8, ou través de um prescaler ÷ 63/64, a partir da entrada FM. A entrada AM trabalha até a freqüência máxima de 15 MHz, enquanto a entrada FM chega aos 120 MHz. A faixa de AM é sintonizada com uma resolução de freqüência de 10 kHz e a de FM, com uma resolução de 25 kHz. As entradas de AM e FM, dotadas de *buffers*, são auto-polarizadas e podem ser excitadas diretamente pelo VCO, através de um capacitor.

O comparador de fase ECL produz uma resolução bastante precisa da diferença de fase existente entre o sinal de entrada e o oscilador de referência. A rápida bomba de carga (na faixa de 12 V) consiste de um fornecedor chaveado de corrente constante (-0,3 mA), junto a um consumidor chaveado, também de corrente constante (+ 0,3 mA). Caso a freqüência do VCO esteja baixa, a bomba passa a fornecer corrente; e se por outro lado a freqüência do VCO estiver elevada demais, ela começa a absorver corrente. Sempre que for utilizado um sistema CAF, a saída da bomba dé carga poderá ser forçada para o estado *tristate* ao se aplicar um nível baixo à entrada de habilitação da mesma.

Um pino V_{CCM} separado (que drena, normalmente, 1,3 mA) alimenta o oscilador e a cadeia de referência, a fim de proporcionar freqüências de *clock* do controlador quando o balanço do PLL é desativado.

Características

- Utiliza um cristal barato de 4 MHz, como referência.
- Ao trabalhar com freqüências superiores a 120 MHz permite sintetização direta nas freqüências de FM.
- A resolução de 25 kHz em FM permite o uso da distribuição de filtros cerâmicos de 10,7 MHz.
- Entrada seriada de dados simplifica o controle.
- A saída de 50 Hz, que fornece referência sobre a hora do dia, é alimentada separadamente pelo pino V_{CCM}, de baixa potência.
- Cinco saídas de coletor aberto, dotadas de *buffers*, controlam várias funções dos receptores.
- Entradas separadas para AM e FM. A entrada de AM apresenta uma histerese típica de 15 mV.

Pinagem

Encapsulamento DIP

VISTO POR CIMA

NS Electronics do Brasil
Produtos Eletrônicos Ltda

AV. BRIGADEIRO FARIA LIMA 830 8º
FONES: 210.4656 e 212.5056

Assine NOVA ELETRÔNICA por Cr$550,00 apenas. Compre 12 nºs e ganhe inteiramente grátis um destes brindes:

ASSINALE COM UM X

4 nºs atrasados do nº 4 ao 33

4	5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	32	33		

É só fazer sua opção.

Envie-nos o cupom acompanhado de um cheque visado, pagável em São Paulo, ou Vale Postal a favor de:

À EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.
C. Postal 30.141
01000 São Paulo, SP.

Em anexo estou-lhes remetendo a importância de Cr$550,00 para pagamento da assinatura de 12 números de NOVA ELETRÔNICA.

Cheque visàdo nº ..... contra o Banco .....

Vale Postal nº .....

É a primeira assinatura ☐ ou está renovando sua assinatura ☐

OBS.: *Não aceitamos Ordem de Pagamento.*

NOVA ELETRONICA

CADASTRO DE ASSINANTES

01– Nº CADASTRO (NÃO PREENCHER)

11– CODIFICAÇÃO INDUSTRIAL (NÃO PREENCHER)

02– NOME PRINCIPAL (ASSINANTE)

03– COMPLEMENTO (NOME DA FIRMA)

04– ENDEREÇO (RUA/AVENIDA/PRAÇA ETC.)

05– NUMERO

COMPLEMENTO (SALA/ANDAR/APARTAMENTO ETC.)

06– CEP

07– BAIRRO/VILA

08– CIDADE

09– ESTADO

10– PAIS

12– ☐ CANCELAMENTO

13– ☐ COD. REV.

14– INIC. (NÃO PREENCHER) VENC.

Estórias do tempo da galena

Apollon Fanzeres

O dinamotor invisível

Isto aconteceu no início da década de 40, na aviação comercial. O Brasil ajudava seus aliados, fornecendo campos de pouso e toda uma estrutura de radiocomunicações. A Panair, subsidiária da Pan American, era a executora desse programa em todo o território nacional, com maior ênfase no Norte e Nordeste.

Em Belém do Pará, no local denominado Val-de-Cans, criou-se um dos maiores complexos de radiocomunicações da época, com serviços em aviões, estações de terra, estações marítimas, etc. A maioria dos aviões de transporte era dos afamados Douglas DC-3, que tomavam a designação de guerra C-47. Os equipamentos de radiocomunicações eram vários: transmissores e receptores para ondas curtas, VHF, radiogoniometria, radiofaixa e muitos outros. A alimentação desses aparelhos, todos a válvula, era efetuada por baterias e dinamotores.

As baterias, de 12 volts, alimentavam os circuitos de filamentos, e os dinamotores eram pequenos motores associados a dínamos que, recebendo 12 V, produziam a alta tensão necessária para os circuitos de placa e grade auxiliar. Não eram usados circuitos vibradores, por não serem confiáveis.

A estória que vamos contar hoje sucedeu realmente em Val-de-Cans com um rapaz, radiotelegrafista que havia se bandeado para a parte técnica e possuía um nome de origem holandesa, assim como Van De Zir Brook qualquer coisa.

Os aviões, ao chegarem, vindos dos EUA ou da África, eram revisados, consertados e aprontados para decolarem na madrugada do dia seguinte. Era tarefa dos técnicos receber os relatórios da tripulação e efetuar os consertos. Mesmo quando não havia reclamações, era obrigação do técnico examinar detidamente todos os equipamentos, efetuar ajustes, enfim, deixar o equipamento em ótimo estado.

À tarde, no campo de Val-de-Cans, apesar do calor tropical, havia uma brisa, vinda da baía do Guamá, que era um verdadeiro bálsamo para quem trabalhava nos aviões metálicos, aquecidos durante o dia de sol. Por essa razão, trabalhar na turma da tarde era quase um prêmio.

O técnico a quem estamos nos referindo, em uma dessas tardes ficou examinando vários aviões e, finalmente, já noite fechada, dirigiu-se ao último C-47 sob sua responsabilidade. Examinou todo o equipamento, verificou freqüências, funcionamento, estando tudo OK; iniciou então o desligamento dos equipamentos, pois era determinação de que nada ficasse operando. Qual não foi sua surpresa, após haver desligado todos os equipamentos, ao perceber que, em algum lugar do avião, um dinamotor persistia em funcionar. Isso ele percebeu pelo zumbido característico que aquelas unidades produziam.

Voltou o nosso herói a revisar as chaves, colocando-as em *off*, e o zumbido do dínamo persistindo. Não teve dúvidas: começou a retirar, um por um, os equipamentos, colocando-os na pista. E o dínamo zumbindo... Desesperou-se e removeu as duas baterias do avião. E o dínamo zumbindo... Abriu compartimentos de cauda, de barriga do avião, em busca do dínamo e da possível bateria que alimentasse o dínamo. Nada encontrou e o zumbido, de difícil localização, persistia, enchendo o avião e ainda mais a paciência do técnico. A noite já ia muito avançada, quando resolveu pedir socorro ao chefe; telefonou para a casa deste e pouco depois chegava o chefe ao campo.

O quadro com que se deparou era lastimável. Todo o equipamento de rádio do avião estava na pista, junto às baterias, painéis e, no meio disso, sentado, com o maior desânimo estampado no rosto, estava o técnico. O chefe escutou o relato, coçou a cabeça (que naquela época tinha muito cabelo...) e pediu ao técnico que arranjasse um pano bem comprido; um macacão mesmo servia. Mistificado, o técnico conseguiu o macacão; o chefe amarrou, em uma das pernas do mesmo, um dos sapatos de corda que usava (era obrigatório o uso de sapatos de sola de corda ou borracha) e com um gesto rápido jogou aquela "marimba" improvisada por sobre o avião, de modo que o macacão caísse por cima da antena principal, que ia de uma extremidade da asa até a cauda.

Como por encanto, o zumbido do dínamo parou. Não é preciso dizer que o técnico, a princípio aparvalhado, aos poucos foi ficando enfezado, ainda mais que naquele momento os outros colegas já estavam fazendo roda e começando a fazer gozação sobre o dínamo invisível.

O caso era o seguinte: as antenas do C-47 eram de aço, revestidas de cobre e muito esticadas. Com o vento que soprava todas as tardes e noites em Val-de-Cans, começavam essas antenas a vibrar, em uma freqüência muito próxima ao zumbido de um dinamotor operando. O técnico Van De Zir, que nunca havia se defrontado com esse fenômeno, julgou que existia um dinamotor invisível dentro do avião, operando, apesar de haver desligado tudo e até retirado as baterias. O macacão, jogado sobre a antena, amorteceu o zumbido e o caso ficou esclarecido; durante muitas semanas, porém, os colegas de Van De Zir galhofaram a valer sobre o dínamo invisível.

a tabela do MEC

Decíbeis tabelados

Segunda parte: 20 a 100 dB

Esta tabela complementa a que foi publicada no número anterior, fornecendo as razões entre tensões/correntes e potências situadas entre os 20 e os 100 dB. Qualquer valor que não se encontre nas duas tabelas pode ser calculado de uma forma bastante simples. Por exemplo, se um certo valor em dB não consta da tabela e desejamos saber a razão correspondente, basta escolher na tabela dois valores que, somados, deem como resultado aquele mesmo valor. Em seguida, é só multiplicar as razões dadas para cada valor.

Se o problema é converter para dB uma razão que não consta da tabela, a solução é transformar essa razão em uma multiplicação de dois fatores, (ambos os fatores devem estar presentes na tabela). Depois, resta buscar o equivalente em dB de cada fator e fazer a soma dos mesmos (consulte os exemplos logo abaixo da tabela).

dB	Razão de tensões ou correntes		Razão de potências
	Ganho	Perda	
20	10 Use os valores equivalentes a 0/20 dB, mas deslocando o ponto decimal de um algarismo para a direita. Assim, 10 dB = 3,162 30 dB = 31,62	0,1 Use os valores equivalentes a 0/20 dB, mas deslocando o ponto decimal de um algarismo para a esquerda. Assim, 10 dB = 0,3162 30 dB = 0,03162	10 Esta coluna é repetida a cada 10 dB, e não a cada 20 dB
40	100 Idem, mas deslocando o ponto decimal de dois algarismos para a direita. Assim, 10 dB = 3,162 50 dB = 316,2	0,01 Idem, mas deslocando o ponto decimal de dois algarismos para a esquerda. Assim, 10 dB = 0,3162 50 dB = 0,003162	20 Idem
60	1000 Idem, mas deslocando o ponto decimal de três algarismos para a direita. Assim, 10 dB = 3,162 70 dB = 3162	0,001 Idem, mas deslocando o ponto decimal de três algarismos para a esquerda. Assim, 10 dB = 0,3162 70 dB = 0,0003162	30 Idem
80	10 000 Idem, mas deslocando o ponto decimal de quatro algarismos para a direita. Assim, 10 dB = 3,162 90 dB = 31 620	0,0001 Idem, mas deslocando o ponto decimal de quatro algarismos para a esquerda. Assim, 10 dB = 0,3162 90 dB = 0,00003162	40 Idem
100	100 000	0,00001	50

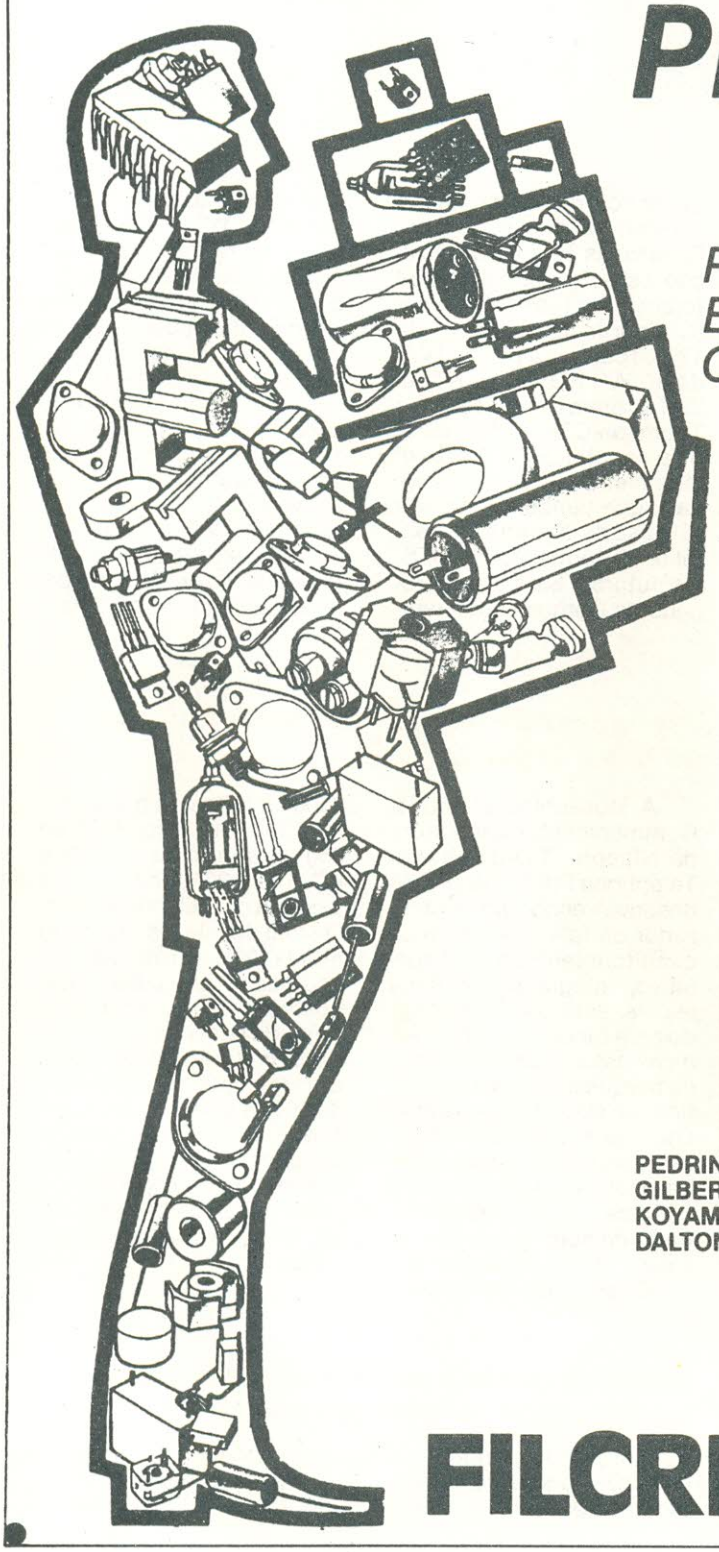
Exemplos

— Qual o equivalente, em dB, de uma razão de potências igual a 0,708?
• Perda de 1,5 dB, aproximadamente.

— Qual a razão entre correntes correspondente a um ganho de 44 dB?
• 159 (Procura-se, primeiramente, a razão entre correntes para 40 dB, que é 100; em seguida, faz-se a mesma coisa para 4 dB, que é 1,59, aproximadamente. Fazendo a multiplicação, 100 × 1,59 = 159).

— Qual será o valor em dB correspondente a uma razão de tensões igual a 200?
• 46 dB (Em primeiro lugar, divide-se 200 em dois fatores: 2 × 100. O valor em dB para uma razão entre tensões de 100 é 40; e o valor em dB para uma razão de 2 é 6, aproximadamente. Portanto, o valor total aqui é 40 + 6, ou 46 dB).

NÓS SOMOS A SOLUÇÃO DE SEUS PROBLEMAS



PROGRAME SUAS COMPRAS E NÃO SE PREOCUPE MAIS COM O FORNECIMENTO

SETOR DE ATACADO

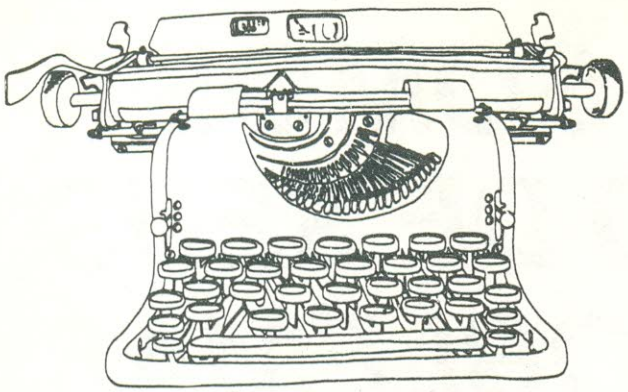
SOLICITE A PRESENÇA DE UM DOS NOSSOS VENDEDORES PELOS TELEFONES PBX 223-7388 E PELOS DIRETOS: 221-0147 E 222-3458

PEDRINHO — BIP 6 AK
GILBERTO — BIP 6 AB
KOYAMA — BIP 69 L
DALTON — BIP 69 K

TELEFONE PARA RECADOS DO BIP 62-3171

FILCRES Rua Aurora 171, 2.º andar

FILCRES



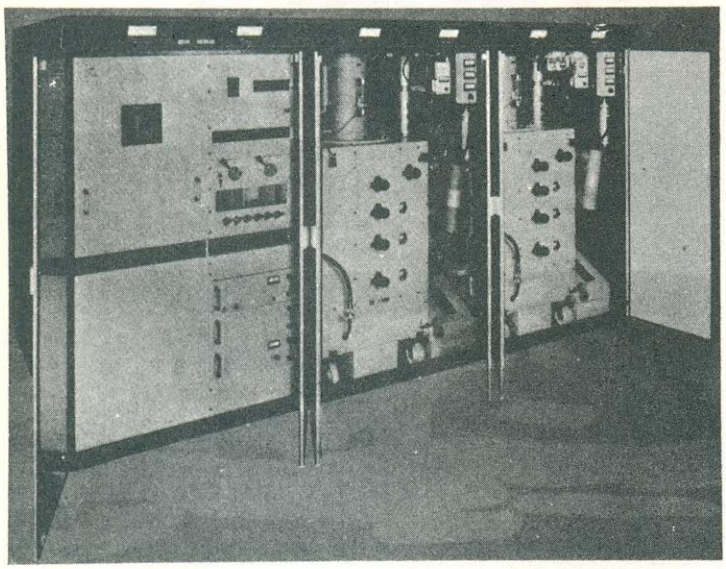
NOTICIÁRIO

Philips fornecerá transmissores para canal de TV na Inglaterra

A IBA — "Independent Broadcasting Authority" — da Inglaterra, contratou a Philips para o fornecimento de 46 transimissores de televisão, em uma operação avaliada em, aproximadamente, 548 milhões de cruzeiros. Este pedido representa metade das necessidades da IBA para instalação do quarto canal de televisão da Inglaterra.

Os transmissores Philips incluem as instalações para transmissores de alta potência em UHF. Destes, os principais são dois transmissores de 40 kW, intalados em paralelo no Crystal Palace, e que servirão a área de Londres.

Completando o contrato, que é um dos maiores do mundo, os outros 44 transmissores serão distribuídos por todo o país, sendo que 18 serão de 25 kW e 26 de 15 kW.



Satélites INTELSAT V empregarão válvulas da Thomson-CSF para comunicações

Com a entrega da última válvula TWT (*traveling wave tube*) de 11 GHz para a primeira série de satélites de telecomunicações INTELSAT V, a seu principal contratante, a Ford Aerospace and Communications Corp., a Thomson-CSF francesa anunciou o êxito de seu maior contrato de produção e desenvolvimento. Ao todo, 82 válvulas TWT para aplicação espacial mod TH 3559 foram entregues sob contrato a partir de setembro de 1976. Todas as válvulas TWT de 10 W/11 GHz do INTELSAT V foram fornecidas pela Thomson-CSF, líder européia na fabricação de válvulas eletrônicas profissionais, que também entregou válvulas de 20 watts para satélites à Hermes/CTS e OTS. Os futuros Satélites Europeus de Comunicação também usarão as válvulas "espaciais" TWT da Thomson-CSF. Um fato notável é que os satélites da série INTELSAT V serão os primeiros de telecomunicações comerciais internacionais a utilizarem válvulas européias.

Além dos modelos de 10 e 20 W, e 11-12 GHz, a divisão de válvulas eletrônicas da Thonsom-CSF está desenvolvendo também uma família de TWTs de 100 a 230 watts para satélites de transmissão de TV, que operarão na banda de 12 GHz.

Japoneses desenvolvem seu sintetizador de fala integrado

A Musashino Electrical Communication Laboratory da Nippon Telegraph and Telephone Public Corp. está desenvolvendo um sintetizador de fala em um único circuito integrado. O dispositivo, integrado em larga escala, está sendo planejado para funcionar com a técnica Parcor — assim chamada porque codifica e decodifica um sinal de fala usando coeficientes de autocorrelação parciais. A técnica Parcor analisa a fala humana e a codifica nos parâmetros fonte de som (as cordas vocais) e filtro (céu da boca).

O sintetizador contém 3500 circuitos de porta lógica, uma memória RAM de 350 bits e uma memória ROM de 2240 bits, numa pastilha de 3,65 por 3,7 mm. O sinal da fala é sintetizado a cada 125 µs em modulação codificada em pulso, pela operação dos parâmetros fonte de som e filtro, em um filtro digital construído com um multiplicador paralelo de 16 bits e um somador/subtrator de 16 bits. O integrado, que requer uma freqüência de *clock* de 1,28 MHz, é fabricado usando a tecnologia MOS de crescimento-difusão.

Siemens inicia a comercialização de seu primeiro computador pessoal

Antevendo grande elevações nas vendas de computadores pessoais na Alemanha Ocidental e outras partes da Europa, a Siemens AG entrou na briga pela par-

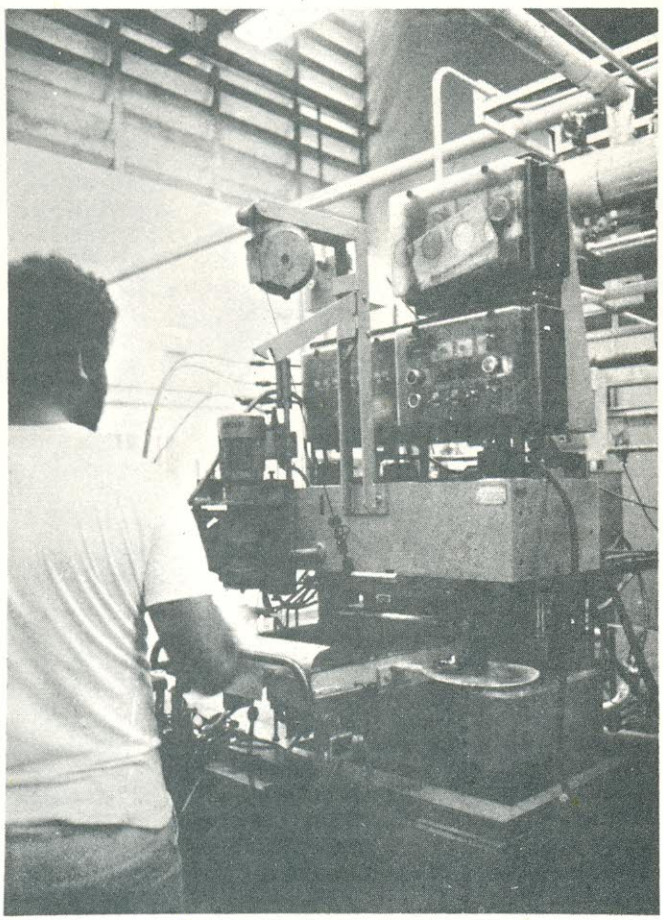
tilha do mercado com seu PC100. Construído em torno de uma unidade central de processamento 6502 da Rockwell International Corp., o sistema tem uma capacidade de 4 quilobytes de memória randônica e 8 quilobytes de memória ROM para o programa monitor. Do mesmo modo que o microcomputador em uma placa AIM 65, da Rockwell, este pode ser programado com um teletipo com teclado, um *display* de LEDs alfanumérico de 20 caracteres e uma impressora térmica de 120 linhas/minuto, para manipular tarefas matemáticas e científicas, bem como trabalhos simples, por exemplo guardar número de telefone, datas marcadas, e endereços. Em desenvolvimento há um módulo interface de vídeo, que permitirá representações gráficas em branco e preto numa tela de TV.

O computador pessoal ainda está em fase embrionária na Alemanha Ocidental. Mas, analistas da companhia acreditam que ele vá se difundir rapidamente — um crescimento de 1000 unidades a serem vendidas este ano, 3000 no próximo e perto de 10000 em 1982.

Exportação de prensas de discos para a África

A Polygram Discos depois de alguns anos de pesquisas desenvolveu uma prensa de discos tanto para sete como para doze polegadas, da qual se utiliza para a fabricação de seus produtos.

A produção dessas prensas, baseada em longa experiência local, teve dois resultados imediatos: a Polygram não importa mais prensas e, agora, está exportando este equipamento. A Nigéria encomedou doze prensas de fabricação brasileira.



Estas máquinas atingiram um elevado grau de confiabilidade, também extensiva ao produto por elas fabricado: o disco. A Polygram, ainda que modestamente, contribui assim para as exportações do Brasil.

IBM oferece sistema para processar e transmitir documentos

A International Bussines Machines Corp. está procurando adaptar os componentes do seu escritório do futuro ao Sistema Administrativo 5520, um sistema lógico recentemente anunciado por essa empresa, que combina edição avançada de textos e distribuição eletrônica de documentos via linhas telefônicas.

O novo 5520 pode ser usado isoladamente como um processador de palavras ou ser acoplado — para distribuição de documentos desde memorandos de uma página até manuais inteiros — a um outro 5520, ou diversos equipamentos da IBM, como distribuidores de informações, impressoras de documentos, processadores, sistemas de comunicação com teletipos, etc. O sistema é oferecido em quatro modelos. As vendas serão divididas em dois estágios: a das partes de processamento de texto avançado inciaram-se em fevereiro, e a das partes de distribuição de documentos começarão em novembro deste ano. O 5520 será composto por uma unidade do sistema, duas opções de impressora, uma leitora de cartões magnéticos, duas escolhas de *displays,* e um programa autorizado.

Amplificadores operacionais bipolares reagem contra os dispositivos a FET

Uma grande parte dos engenheiros projetistas passou a considerar os amplificadores operacionais com FETs o máximo em matéria de baixas correntes de polarização. Mas um novo amp op bipolar da National Semiconductor Corp. aparece agora para balançar esta certeza.

O LM11 amplificador de instrumentação de precisão, com algumas exceções, é um equivalente elétrico do industrialmente comum LM108. Notáveis entre essas exceções, as correntes de entrada foram reduzidas por um fator superior a 10, e a tensão de *offset* e o *drift* foram também melhorados ao longo de toda a faixa de temperaturas de trabalho.

De acordo com o especialista em bipolares que desenvolveu o dispositivo para a National, os amp op com FETs tem se popularizado devido às suas baixas correntes de polarização, mas estas correntes tendem a dobrar a cada 10° ou 11° C de acréscimo na temperatura. Além disso, mesmo sendo ajustada a tensão de *offset* de um FET, o *drift* não permite uma estabilidade a longo prazo, a qual é muito melhor nos elementos bipolares.

França e Canadá cooperarão na pesquisa de teletexto

A Secretaria de Estado para Correios, Telecomunicações e Teledifusão da França, assinou um memorando de acordo com o Departamento Canadense de Comunicações para pesquisa conjunta em seus problemas comuns no projeto de um sistema de teletexto. Porém, a cooperação entre os dois países parece contrária a levar qualquer padronização ao nível do sistema, uma

vez que o memorando diz que as características específicas dos dois sistemas — Antiope da França e Telidon do Canadá — "serão respeitadas". As áreas de "alta prioridade" de interesse mútuo incluem codificação, características visuais, sistemas de transmissão, fatores humanos a serem considerados no projeto dos terminais, e arquitetura da rede.

Processo de decapagem para placas impressas reutiliza solução e recupera o cobre

Os engenheiros de produção engajados na fabricação de placas de circuito impresso terão em breve um novo método de decapagem a sua disposição: um método eletroquímico contínuo que é mais econômico que os processos convencionais de decapagem usados para remover o cobre das placas impressas. Além disso, ele recupera o cobre corroído sem gastos extras e decapa mais precisamente, elminando totalmente o problema de subcorrosão.

O processo, chamado Elo-Chem, abreviado de *eletro-chemical,* foi desenvolvido no Instituto de Física e Química Aplicada da Alemanha Ocidental. Baseia-se numa solução eletrolítica descrita como "permanente" porque é usada e reutilizada novamente. Não há água venenosa da corrosão, não é acompanhado de poluição e de nenhum dos problemas de limpeza encontrados em outros processos de decapagem.

Outra vantagem é que o cobre retirado na decapagem pode ser reaproveitado imediatamente sem custos extras. Por outro lado, na decapagem úmida comum o cobre removido é predido ou é recuperado da corrosão por um dispendioso processo químico.

Atualização em Eletrônica

A Escola de Engenharia Mauá, realizará no período de 8 de abril a 3 de junho, o curso de Atualização em Eletrônica.

Com aulas às 3as. e 5as. feiras, das 17:30 às 20:30 horas, o curso destina-se a Engenheiros Eletricistas (Eletrônicos e Eletrotécnicos) e Engenheirandos. No programa: Fontes Reguladas; Transistor Unijunção; Retificadores Controlados; Transistor a Efeito de Campo (FET); amplificadores Operacionais e Integrados; Osciladores; Filtros Ativos; Álgebra de Boole; Circuitos Combinatórios; Flip-Flops; Contadores; Registradores; Conversores, Temporizadores, etc.

Inscrições até 28 de março de 1980.

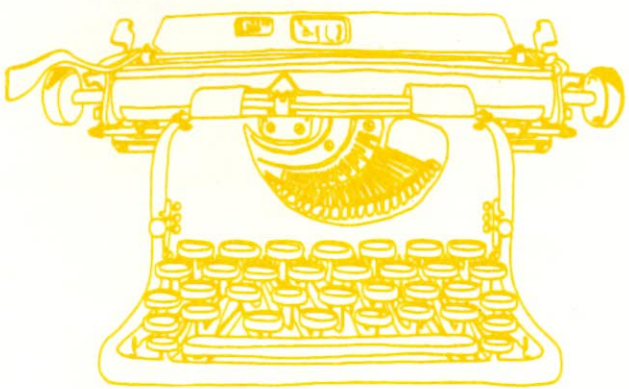
Sistema de microondas que detecta e trata tumores é testado

Um sistema de microondas capaz tanto de detectar como tratar tumores usando aquecimento por microondas, ou hipertermia, completou seus primeiros testes no Hospital Geral de Norfolk, Virginia. O sistema pode ser o primeiro a combinar as características de detecção e tratamento. Enfim, o câncer poderá ser tratado quase simultaneamente com o diagnóstico. O esquema de detecção pode também ser o primeiro a se valer da tendência do tecido canceroso em aquecer-se mais rapidamente que o tecido sadio, quando irradiado com energia de microondas. Um radiometro de banda C é o sistema sensor, e uma fonte de microondas de estado sólido de 25 W com freqüência variável é usada para aquecer o tecido, tanto para detecção como para o tratamento. Em testes recentes, realizados pela NASA, 14 pacientes foram examinados; um tumor que as técnicas convencionais de diagnóstico deixaram passar, foi detectado em um deles.

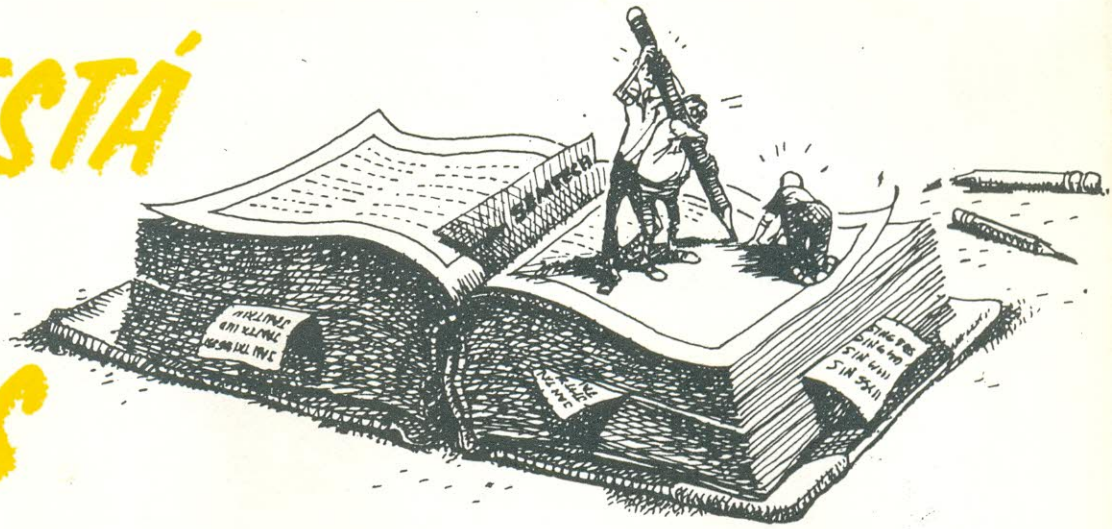
Infravermelho usado para trasmissão de dados

A radiação infravermelha está começando a atrair a atenção como um meio barato e flexível de transferir dados entre computadores a distâncias curtas. A Datapoint Corp. apresentou recentemente um novo equipamento que usa luz infravermelha para transmitir datos entre redes de computadores em diferentes construções. O sistema denominado *LightLink* pode ser o primeiro comercialmente oferecido a usar transferência de dados por IR *(infrared).* Porém, diversas outras firmas já informaram que estão trabalhando sobre este conceito, inclusive a IBM.

O *LightLink* irá transferir dados a 2,5 megabits por segundo usando radiação IR não-coerente modulada para transmissão de dados digitalizados entre as redes de computadores separadas por até três quilômetros. Cada unidade abriga diodos de emissão espontânea e diodos-avalanche detectores necessários para a comunicação duplas completa com apenas 1 miliwatt de potência de saída. Quando condições atmosféricas adversas causarem danos intoleráveis à transmissão, o sistema estará programado para desligar-se automaticamente até que as condições melhorem. Outra vantagem é a de evitar o alto custo de ligação de um cabo coaxial subterrâneo. □



NÃO ESTÁ NOS LIVROS



Eliminador de interferências

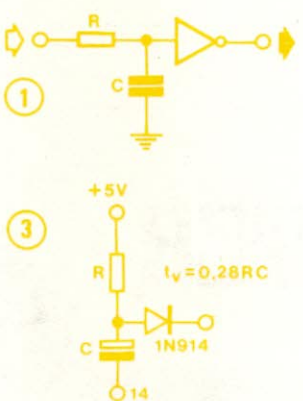
Muitos circuitos TTL possuem imunidade a ruídos relativamente baixa e, conseqüentemente, sofrem com pulsos espúreos que perturbam os processos lógicos.

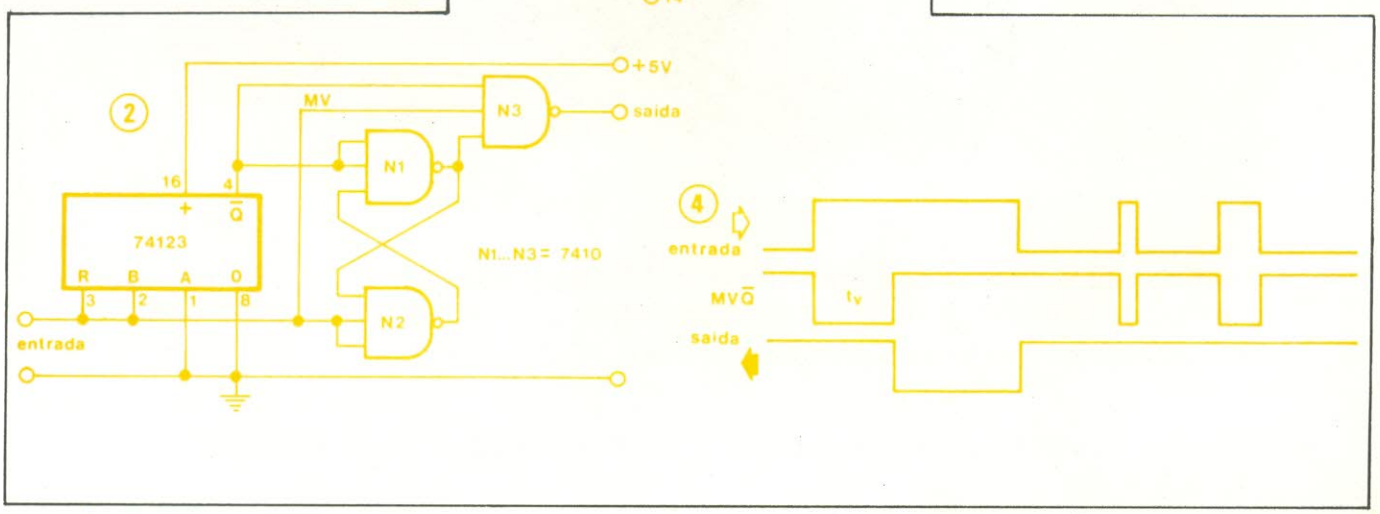
Essa interferência pode ser grandemente reduzida com o uso de um circuito que reconhece os pulsos lógicos por seu comprimento e nível pré-determinado.

Um circuito RC (figura 1) pode ser usado com esse objetivo. Ele afetará, entretanto, os níveis TTL, estreitando a margem aos valores de R e C.

Uma melhor *performance* é dada pelo circuito da figura 2. Ele compara o sinal de entrada com o comprimento do estado *set* de um multivibrador monoestável. O sinal de entrada será afetado apenas quando seu comprimento ultrapassar este estado. Pulsos mais curtos não serão apenas rejeitados, mais ainda, seus bordos de descida mudarão para *reset* o multivibrador, preparando-o para o reconhecimento do próximo pulso.

Os componentes mostrados na figura 3 determinam a característica de atraso do circuito (conectado aos pinos 14 e 15). A figura 4 mostra o diagrama de pulsos lógicos. O monoestável está em *reset* por um 0 lógico, ao mesmo tempo que um nível lógico 1 de comprimento pré-determinado é admitico.

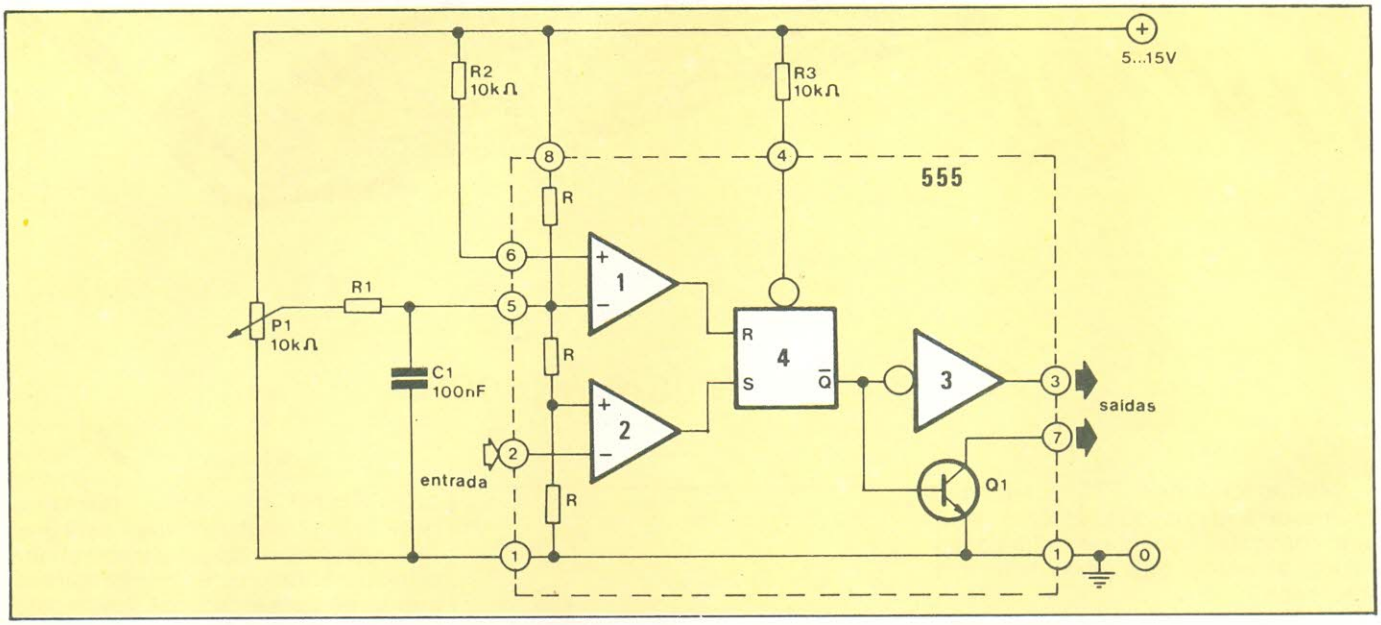




555 como disparador

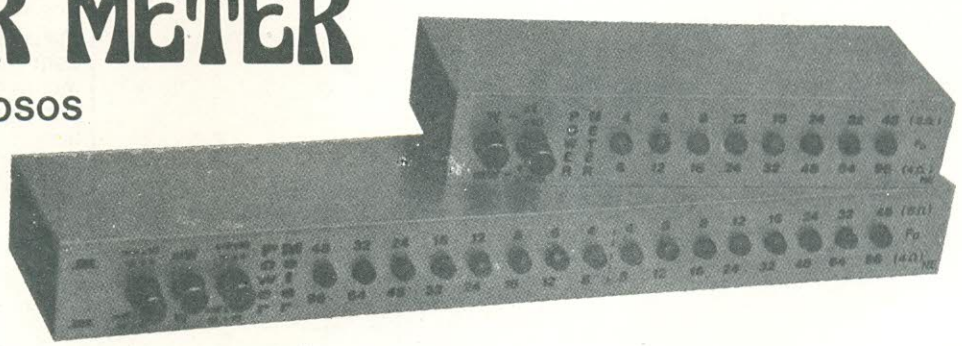
O CI 555 é normalmente usado como temporizador. O atraso de tempo nessas aplicações é obtido pela carga e descarga de um capacitor entre dois limites de tensão bem definidos. Para esse objetivo o CI possui duas entradas sensíveis a tensão, que podem ser empregadas num circuito disparador.

A tensão de entrada é aplicada ao pino 2; o pino 5 recebe uma tensão de referência do potenciômetro P1. Com este potenciômetro, o limite de disparo pode ser ajustado entre praticamente 0 V e a metade da tensão de alimentação. A impedância de entrada no ponto 2 está próxima de 1 M ohm. O circuito integrado tem duas saídas, uma saída de coletor aberto (pino 7) e uma saída (pino 3) que pode fornecer um máximo de 100 mA. A tensão de saída está "alta" quando a tensão de entrada no pino 2 é menor que a tensão limite. Se a tensão limite é ultrapassada, a tensão no pino 3 cai e Q1 conduz.



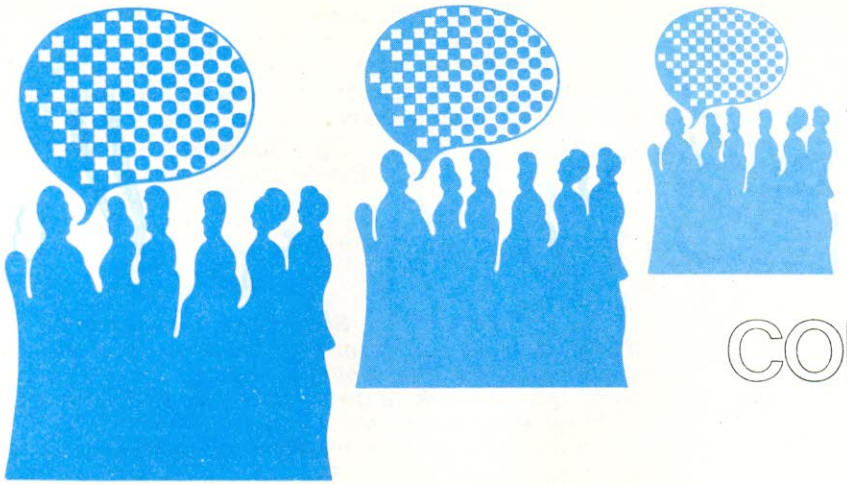
POWER METER

PONTOS LUMINOSOS
QUE INDICAM
POTÊNCIA



Medidor de potência com escala de indicação luminosa, através de LEDs. Faixas de medição de 40 mW$_{RMS}$ a 480 W$_{RMS}$ com carga de 8 ohms, alta velocidade de resposta e alimentação por 12 V.

A VENDA NA FILCRES E REPRESENTANTES EM TODO BRASIL



CONVERSA COM O LEITOR

Sobre engenharia de som

Há poucos meses, comecei a ter contato com a Nova Eletrônica e, aproveitando sua seção de consultas, gostaria de fazer-lhes algumas perguntas, dentro do campo com o qual vocês lidam. Sou estudante de engenharia mecânica, mas não pretendo dedicar-me a isso, depois de formado. Gosto muitíssimo de música (principalmente erudita), mas como é uma atividade pouco lucrativa, estou coletando informações sobre o campo das gravações. Sei que existem na Alemanha cursos fabulosos para técnicos ou mestres em som, nos quais o aluno adquire boa base técnica e artística (além de estudar eletrônica, acústica, etc., ele se familiariza com diversos instrumentos musicais, partituras e até regência de orquestra).

Nisso tudo, existe um problema: poderia eu utilizar esses conhecimentos aqui no Brasil? Existem firmas gravadoras ou laboratórios que possam empregar alguém especializado a esse ponto? Ao que me consta, há apenas 6 ou 7 engenheiros de som no Brasil. Suponho que outras pessoas que trabalhem no ramo não saibam ler música ou utilizar equipamentos sofisticados, os quais talvez nem mesmo existam aqui. Por isso, é provável que um estudo especializado (e caro) seja preterido pelos empregadores, em favor de uma instrução mais prática e barata.

Agradeço antecipadamente qualquer "dica" que vocês possam me dar, de modo geral, sobre esse assunto.

Oscar Mauchle
Salvador — BA

Olha, Oscar, fizemos uma pesquisa entre o pessoal "quente" das gravadoras e conseguimos obter algumas informações de interesse. Em primeiro lugar, confirmando suas suspeitas, realmente não há, no momento, campo para engenheiros de som altamente qualificados e formados em cursos regulares. Isso porque as gravadoras não realizam concursos, sejam periódicos ou esporádicos, para admitir seus técnicos; no Brasil, a área de gravação constitui um círculo um tanto fechado, e os especialistas em som costumam ser escolhidos entre o próprio pessoal que pertence a esse círculo, sendo que os novatos vão aprendendo essa arte no próprio trabalho. E, naturalmente, dá-se preferência, para ocupar esses cargos, aos que demonstrem uma certa sensibilidade e percepção, além de muito ouvido para a música.

Mas existem alternativas às gravadoras. Você poderia, por exemplo, tentar uma sondagem junto às grandes redes de televisão ou rádio. Ou, então, com um bom capital, montar seu próprio estúdio e constituir assim uma gravadora independente. Em último caso, não esqueça que só estamos considerando o Brasil; é bem provável que você tenha mais possibilidades no exterior, nos países que mantém os cursos que você cita na carta. A existência dos cursos já é um indício de que o mercado de trabalho tem necessidade dos profissionais formados por aquelas escolas.

Divisores de freqüência

A cada dia que passa convenço-me mais de que a NE é realmente a única revista técnica de gabarito editada no Brasil, ainda mais agora que o sr. Cláudio Cesar D. Batista retorna a escrever artigos sobre áudio para a revista.

Os artigos são sempre bem redigidos, claros, fáceis de se entender, mesmo para principiantes como eu, graças ao enorme número de ilustrações e textos bem objetivos.

O ramo da eletrônica que mais me agrada é o áudio e, portanto, venho por esta dar algumas sugestões a respeito dessa matéria a qual eu (e estou certo de que muitos outros leitores) necessito para aprimorar meus conhecimentos.

Minha sugestão é um artigo completo sobre divisores de freqüência. Gosto de montar minhas próprias caixas acústicas, mas encontro um sério problema, que são os divisores de freqüência. Ao se reunir um conjunto de falantes para a montagem de um sonofletor, deve-se projetar um divisor com características técnicas que, juntamente com os falantes, seja capaz de reproduzir o sinal entregue a ele, com a máxima fidelidade.

Nesta parte entram vários requisitos que irão determinar a qualidade final obtida pelo projeto, tais como impedância, potência a suportar, freqüências de corte, atenuações, número de canais, etc.

Seria de grande valia para mim e para vários outros leitores que a NE publicasse alguns artigos ou até mesmo um curso rápido sobre divisores de freqüência, fornecendo detalhadamente esquemas, fórmulas para a determinação dos ▶

valores dos componentes, em função dos falantes, **confecção de indutores**, divisores de vários canais e muitos outros detalhes, para que todos os "maníacos" pudessem construir nossos próprios sistemas de falantes.

Concordo plenamente com as sugestões do leitor Moacir Suzin, que sugere artigos sobre caixas acústicas. Seria muito interessante se, após a publicação dos artigos sobre sonorização em grandes ambientes, a NE publicasse também artigos sobre sonorização de residências.

Gostaria de saber, também, se a NE tem planos de lançar um kit de um bom gerador de áudio.

Aproveito para parabenizá-los pelo excelente trabalho que a equipe técnica da Nova Eletrônica vem realizando desde o seu primeiro volume (felizmente possuo a coleção completa da NE).

Mauro Gonzaga
São Paulo — SP

Os divisores de freqüência para caixas acústicas, como já tivemos ocasião de comentar aqui, estão em nossos planos, para breve, assim como um ou mais artigos sobre a confecção das próprias caixas acústicas. Você deve ter notado, Marcos, que o Cláudio César voltou ao ataque, lançando seu artigo sobre sonorização de residências, como você havia pedido. Esse artigo tem início neste número e vai ser concluído no próximo.

Quanto ao gerador que você pede, ele já foi lançado há algum tempo, na revista n.º 7; é o Gerador de Funções, que cobre freqüências de 0,1 Hz a 100 kHz, fornecendo ondas senoidais, quadradas, triangulares, dente-de-serra e pulsos. É ótimo para áudio e também para várias outras aplicações.

O kit da Amplitena

Em primeiro lugar, parabenizo-os pelo excelente trabalho desenvolvido no campo da eletrônica. Fiquei satisfeito ao ver, na revista Nova Eletrônica n.º 34, o *kit* da antena interna para carros, pois era justamente o que eu estava procurando. Mas minha decepção foi, ao abrir a revista, encontrar apenas parte da introdução e nenhum esquema prático. Esperei a publicação do n.º 35 e havia o lançamento do *kit* do final da revista, mas a continuação da parte teórica e a parte prática não havia. Então requisito informações, tais como: foi erro de imprensa da minha revista ou foi deixado de publicar? Em qualquer dos casos, como poderei obter a conclusão do kit?

José Carlos Rodrigues
Piedade — SP

Compreendemos sua apreensão, José. O kit da Amplitena é um pouco "diferente" dos demais pelo fato de já vir montado, pronto para funcionar. Por isso, sua parte teórica não foi muito extensa e não houve necessidade de apresentar a parte de montagem (a não ser algumas sugestões de instalação). Tranqüilize-se, porque sua revista está completa e porque você pode encontrar a Amplitena em qualquer um dos representantes da Nova Eletrônica (consulte a última página do seu número mais recente da NE).

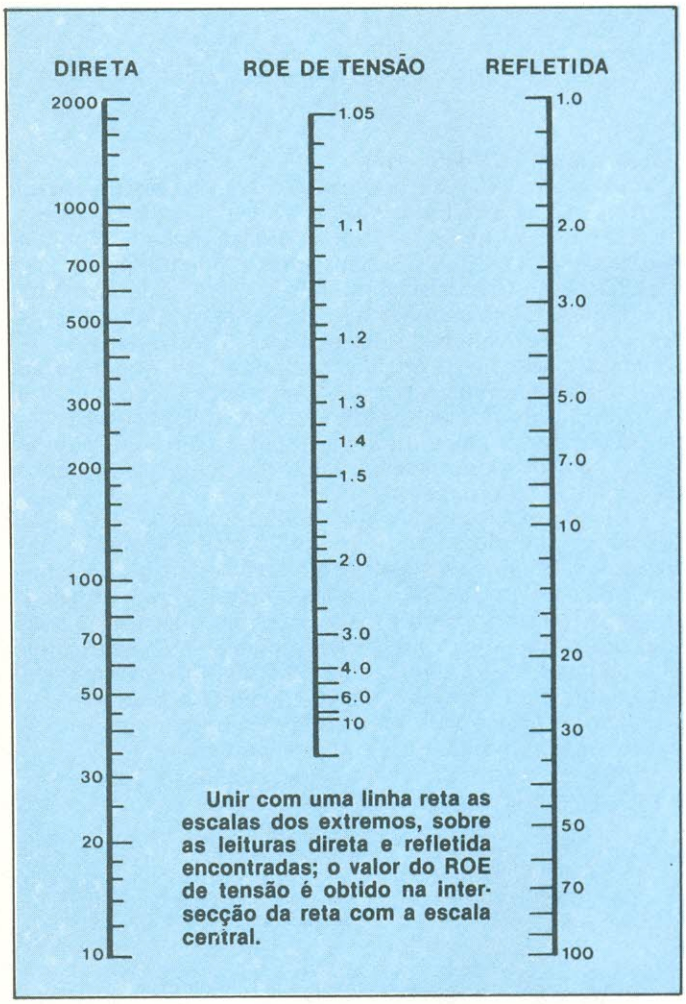
A todos os radioamadores

(...) estou lhes remetendo um medidor de SWR (ROE) que gostaria de ver publicado nessa conceituada revista, para que todos os radioamadores do Brasil tivessem condição de tirar uma cópia. Após a publicação, seria fácil recortar a revista e plastificá-lo como o que estou remetendo (...)

Sérgio Gomes de Pinho/PY1 WAI
Rio de Janeiro — RJ

Agradecemos muito, Sérgio, seu entusiasmo de colaborar conosco e também com todos os seus colegas radioamadores do país. Como você pediu, estamos publicando seu nomograma de cálculo para ROE. Continue colaborando com a gente.

Queremos agradecer também pelos plásticos adesivos de seu Grupo VHF — Rio.



Sugestões e uma pequena correção

Antes de tratar do assunto que me leva a redigir esta carta, permitam-me parabenizá-los pelo excelente grau técnico alcançado por essa revista, no decorrer do tempo, e também pelo incentivo por ela dado aos iniciantes no ramo da eletrônica, e mesmo no auxílio aos técnicos, como eu, a se aprofundarem um pouco mais no nosso campo (principalmente nas técnicas digitais).

Permitam-me dizer que sou técnico formado em telecomunicações e logo mais (até a metade do ano) também me formo em eletrônica. Embora novo (18 anos incompletos), me interesso muito pela eletrônica, sem dúvida um campo dos mais vastos do conhecimento humano, leio e disponho de muita literatura técnica, livros e revistas principalmente. Das últimas disponho de quase todas as nacionais e com segurança posso afirmar que a NE é a melhor delas.

Mas o assunto que me leva a escrever esta carta é dar aos senhores duas sugestões que considero válidas para muitos leitores da revista, pelo menos aos mais interessados.

Primeiramente, sugiro que para ampliar ainda mais a enorme quantidade de informações dadas pelas tabelas do mês, seja incluído nessa seção uma relação dos termos mais usados nas técnicas digitais, em português e inglês, e seu significado (...)

A segunda sugestão é que seja criado uma espécie de clube, que abrangeria hobistas, técnicos, engenheiros, enfim todos os que se ligam, pelo mesmo motivo, à eletrônica. Isso facilitaria muito atender às necessidades de informações, material (troca) e técnicas, nas quais os senhores se empenham tanto em satisfazer. A própria revista poderia ser centralizadora de "fichas" contendo todas as informações de cada "associado", que poderiam ser editadas junto aos pedidos de assinatura, preenchidas pelos interessados e lhes seriam enviadas para serem catalogadas. As cartas com os pedidos do clube poderiam ser enviadas primeiramente à revista e ser publicadas assim que possível na seção "Conversa com o leitor".

E para finalizar esta longa e cansativa carta, gostaria de saber onde poderia encontrar os números atrasados de 1 a 5, pois já tentei de tudo e não consegui nada, e a minha coleção se ressente muito da falta desse número pioneiros da revista.

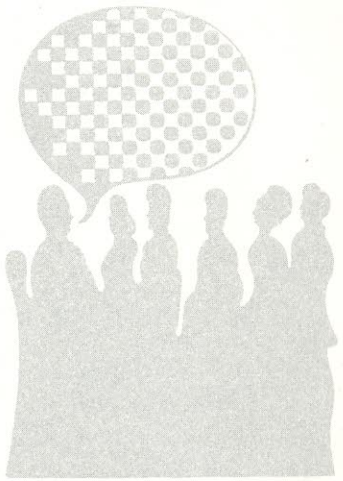
P.S.: Tentanto resolver os problemas sugeridos na seção "O problema é seu", para avaliar minhas dificuldades no campo das portas TTL, notei, na hora da correção, que os resultados a que cheguei no exercício nº 2 (nº 35 — janeiro 80) diferem dos constantes da tabela de correção por vocês fornecida. Ou errei mesmo, ou deve ter havido algum engano na hora de imprimir a dita tabela (...)

Marcos A. Magri Filho
Araraquara — SP

Outros leitores além de você, Marcos, já nos sugeriram que a revista funcionasse como ponto de contato, publicando pedidos de trocas de materiais, equipamentos e informações. É uma idéia excelente e temos certeza de que haveria uma boa resposta a ela. Mas veja, o nosso dilema é lutar constantemente contra a falta de espaço nas páginas da revista; sempre há mais um artigo, mais uma seção que gostaríamos de incluir em cada número, mas que precisa ser adiado para o número seguinte, escalonado com outros, para que possamos abranger todas as áreas e contentar a todos os leitores. Assim, toda vez que a seção de trocas e contatos nos passa pela cabeça, percebemos que ainda há muito por fazer e muitos assuntos ainda a abordar, antes que possamos colocá-la em prática. Aguarde mais um pouco, está bem?

A tabela do mês que você sugere também é interessante e já está anotada em nossa pasta de "tabelas" a publicar. Quanto aos números atrasados que você deseja, as edições do 1 ao 3 infelizmente estão esgotadas; os nºs 4 e 5 você pode conseguir aqui com a gente mesmo, pessoalmente ou então pelo correio.

O exercício 2 do "Problema é Seu" do nº 35 realmente foi vítima de um erro de transcrição: o resultado é o inverso do que está indicado na tabela de verificação. Seu raciocínio está correto e prova que você está afiado em portas lógicas. Outros leitores nos alertaram para o mesmo erro e isso serviu para nos mostrar uma coisa: que a seção "pegou" e está motivando os principiantes. Vamos continuar com ela e sem mais enganos, é lógico.



µ-Spy

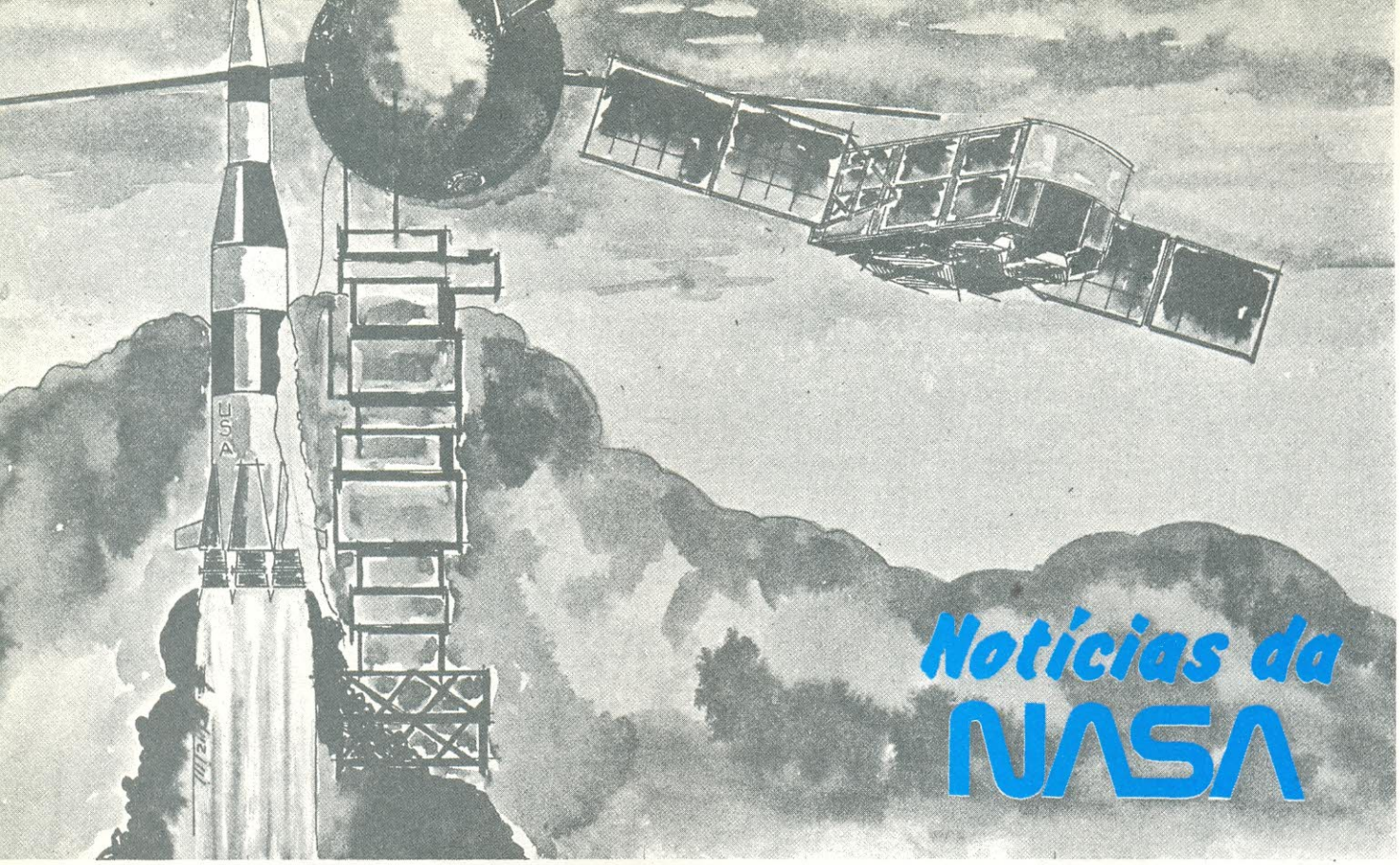
O ESPIÃO ELETRÔNICO

Um dispositivo eletrônico compacto e discreto. Para ser oculto em um canto qualquer e transmitir as informações necessárias, sem se fazer notar.

E não se trata de um microequipamento do superarsenal de 007.

É apenas mais um Kits Nova Eletrônica, o uSPY.

A VENDA NA FILCRES E REPRESENTANTES EM TODO O BRASIL.



Notícias da NASA

Aeronave da NASA tomou parte num estudo internacional sobre as Monções

Do Centro de Pesquisas Ames da NASA, na Califórnia, partiu uma aeronave de pesquisa com destino a Dhahran, Arábia Saudita, para tomar parte num estudo internacional sobre as Monções, ventos tropicais de verão que trazem, todo ano, chuvas torrenciais ao subcontinente asiático. O experimento foi planejado para durar todo o verão deste ano da região.

As Monções, que provocam quase que a totalidade da precipitação anual da área, durante os meses de junho, julho e agosto, é uma faca de dois gumes: enquanto, por um lado, suas chuvas fornecem a irrigação necessária às plantações que alimentam centenas de milhões de pessoas, pelo outro provocam inundações, pelo transbordamento dos rios, fenômeno que só no ano passado matou 900 pessoas e deixou mais de 3 milhões ao desabrigo.

O estudo, denominado MONEX (de *Monsoon Experiment*) — experimento sobre as Monções), é um esforço internacional no sentido de explorar as origens desses ventos, a fim de aperfeiçoar as previsões a curto prazo e melhor compreender o papel das Monções no comportamento do clima global.

O Galileo II, uma aeronave de quatro turbinas, operou a partir de bases na própria Arábia Saudita e em outros locais da região. Suas atividades foram coordenadas com as de vários outros aviões, navios e instalações de terra, que incluiam rádio-sondas portáteis, radares digitais e estações terrestres de autocoleta. Esse crivo de medições, ao longo de uma área de 73 milhões km^2, será parte de um programa de pesquisa em larga escala sobre o clima da Terra, conduzido pela Organização Meteorológica Mundial das Nações Unidas.

Os instrumentos instalados a bordo do aparelho permitiram medições de densidade, temperatura, pressão e umidade da atmosfera; da composição química dos aerossóis; das concentrações de monóxido de carbono e de vários gases atmosféricos; de radiação; radiância de ultravioleta; temperaturas relativas da superfície e campo elétrico atmosférico. Além disso, vários sistemas de câmeras registraram formações de nuvens.

O Galileo II é um verdadeiro laboratório aéreo, capaz de transportar instrumentação científica a altitudes de 12 500 m, e que oferece aos cientistas uma estável plataforma, onde podem ser conduzidos experimentos sobre aerodinâmica, recursos da Terra, mapeamento, oceanografia, calotas polares, meteorologia, física estratosférica e ionosférica, astronomia, geofísica, auroras e biologia.

Novo aparelho de ar condicionado alimentado a energia solar

Do Programa de Desenvolvimento para Aquecimento e Resfriamento por Energia Solar, levado pelo Centro Marshall de Vôos Espaciais, da NASA, surgiu um novo e eficiente sistema doméstico de ar condicionado, movido a energia solar. O revolucionário aparelho é resultado do esforço conjunto da NASA e das indústrias Lennox, Barber Nichols e Honeywell.

O segredo do sistema é um motor, dotado de uma diminuta

turbina e acionado por um fluido aquecido por energia solar. Esse motor aciona, por sua vez, um compressor convencional de ar condicionado, que possui uma capacidade de resfriamento de 36000 BTU/h, mais que suficiente para a média das casas americanas.

Um possível benefício adicional do sistema reside na possibilidade, sob certas circunstâncias, de gerar eletricidade, que pode ser utilizada em qualquer outro serviço doméstico ou até mesmo devolvida à companhia geradora, caso não seja necessária. Isto é possível graças à presença de um motor elétrico auxiliar de alta eficiência, incluído para acionar o condicionador de ar durante a noite e em dias nublados, ocasiões em que a energia solar não é disponível. Por outro lado, sempre que o fornecimento dessa energia excede a demanda do sistema, esse motor auxiliar atua como gerador, produzindo eletricidade e reduzindo assim as contas de luz e força e os requisitos de fornecimento de energia nas horas de pico.

Câmeras da nave Viking revelam nova camada de gelo em Marte

Nas Planícies da Utopia, em Marte, local de "aterrissagem" do Viking 2, foi descoberta uma camada de água congelada, criando um novo quebra-cabeça para os cientistas da NASA. Era época de inverno marciano e a camada de gelo podia ser vista claramente nas fotografias recebidas.

Em setembro de 1977 a nave Viking Lander 2 também encontrou gelo, durante o inverno do norte marciano (o que ocorreu há dois anos terrestres ou um ano marciano, praticamente). Naquela ocasião, os cientistas associaram a criação dessa camada com uma grande tempestade de poeira, que chegou a obscurecer a superfície do planeta, antes e durante aquele período.

As observações mais recentes, porém, não localizaram nenhuma tempestade neste ano: de fato, a atmosfera está mais limpa do que nunca, fato inédito desde a chegada do Viking em terreno marciano, em 1976. Desse modo, ninguém tem mais certeza sobre a causa dessa camada de gelo.

Mas existe uma teoria: as partículas de poeira da atmosfera captariam pequenos pedaços de gelo, combinação que não é suficientemente pesada para assentar no solo, mas que com a intervenção do dióxido de carbono (que constitui 95% da atmosfera de Marte), que congela e adere a essas partículas, precipitaria facilmente. Aquecida pelo Sol, a superfície provocaria a evaporação do dióxido de carbono, que voltaria a integrar-se na atmosfera deixando para trás a poeira e o gelo. Calcula-se que a camada resultante tenha apenas 25 micrômetros de espessura.

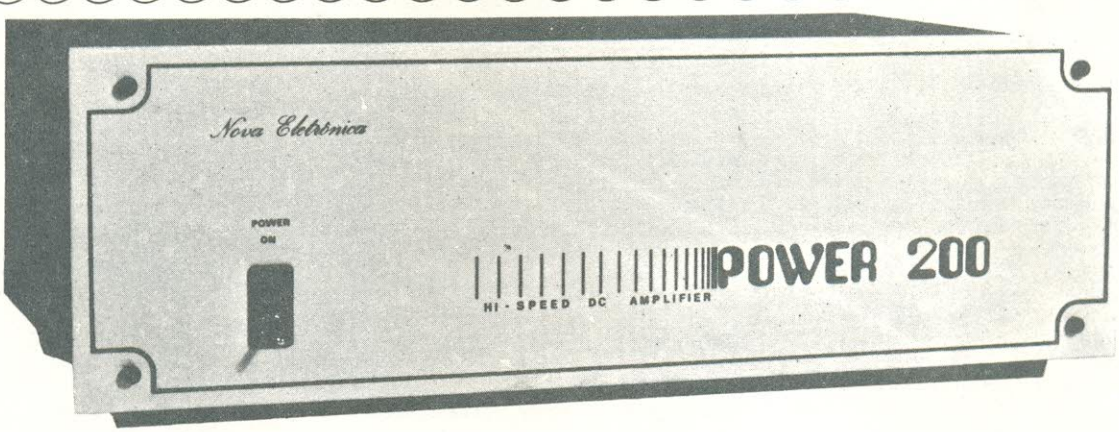
As fotos recebidas fazem parte do conjunto de informações ainda enviadas por uma nave orbital e duas de solo, depois de passados três anos da chegada da primeira nave Viking à Marte.

A missão Viking passou há pouco para uma nova etapa, denominada Missão de Reconhecimento, cujos primeiros dados foram recebidos no Laboratório de Propulsão a Jato da NASA, na Califórnia. Ambas as naves de solo (ou *landers*) estão trabalhando automaticamente, o que permite que operem sem interferências. O Lander 1 envia suas informações uma vez por semana.

Como a atmosfera marciana se apresenta anormalmente clara, a nave orbital (ou Viking Orbiter 1) está obtendo fotografias de excelente resolução da superfície de Marte, como nunca foram obtidas anteriormente (o Orbiter 2 foi desligado em julho de 78, após ter esgotado seu gás de controle de altitude. Calcula-se que o Orbiter 1 deixe de operar no início de 80).

O Viking 1 foi lançado a 20 de agosto de 1975, entrando na órbita de Marte em 19 de julho de 1976. O Lander 1 tocou o solo marciano em 20 de julho, nas Planícies de Crise.

O Viking 2 foi lançado em 9 de setembro de 1975, alcançando Marte a 7 de agosto de 1976, e baixando o Lander 2 em 3 de setembro.



POWER 200

Um amplificador que colocará muita potência no seu sistema de som.

Baseado em moderna tecnologia integrada, este módulo estéreo oferece saída máxima por canal de 112 WIHF, com carga de 4 omhs.

Outras características de destaque são a relação sinal/ruído, maior que 70 dB por toda a faixa de áudio, a baixa distorção — inferior a 0,05% em 1 kHz, e a sensibilidade de 400 mV com carga de 8 ohms.

Sua montagem simples, em *kit*, é acessível tanto ao aficcionado principiante como ao montador profissional. E acoplado a um bom pré-amplificador, apresentará, além da potência, uma ótima fidelidade ao som que você quer ouvir.

EM PAUTA...

Osvaldo Montenegro
— Bandolins/Leo e Bia
compacto simples — WEA

No pouco divulgado mas muito bom Festival de Música da TV Tupi paulista, ao lado do sucesso estrondoso de público alcançado por Fagner e Diana Pequeno, uma música, seu autor e seus intérpretes literalmente conquistaram o público. A música: Bandolins; o autor: Osvaldo Montenegro; os intérpretes: Osvaldo Montenegro e José Alexandre. O festival terminou ao som dos gritos do público exigindo *Bandolins*.

A música ficou, e é muito tocada. Você com certeza já conhece. Só que em vez de LP, ela vem num compactó, que tem no lado B *Leo e Bia*, uma canção incrível. Osvaldo Montenegro é uma boa coisa nova para os anos 80.

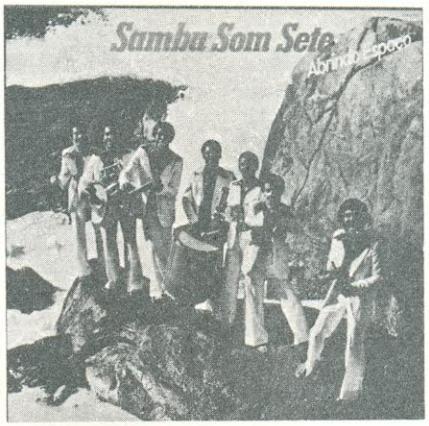
Deixe-me viver — Agnaldo Timóteo
Odeon

Salvaguardados os limites de público de cada artista e considerando os gostos de cada faixa de ouvintes, não adianta criticar Bach em relação a Wagner, ou o contrário. Um artista produz dentro dos parâmetros de um determinado estilo, relacionado a um grupo de pessoas que vai gostar ou não do produto acabado.

É o caso de Agnaldo Timóteo. Com um público certo, e sem dúvida bastante grande, sua carreira não é prejudicada por críticas, atitudes fora do ideal de seu público, essencialmente porque Timóteo, em seu estilo, é um artista preocupado com a qualidade de seu trabalho.

Prova disso é este seu novo LP. Músicos e arranjos de primeiríssima qualidade, num conjunto audaciosamente preparado. Se o disco peca pela repetição de temas, quem sabe se não são os temas que se espera que Agnaldo trate? Errando, com interpretações pomposas demais, como em *Mattinata* (Leoncavallo) ou *A Valsa* (Nelson Ned), ele acerta, e muito, na recriação ótima de *Sombras* (F. Lomuto-Contursi).

Você gosta de Agnaldo Timóteo? Este é um de seus melhores trabalhos.



Abrindo espaço — Samba Som Sete
RCA

É o primeiro LP do grupo, começando muito bem, com:
— arranjos — muito bons e simples
— músicos — OK, mais o violão de Manuel da Conceição
— o conjunto — sambistas dos bons
— e o repertório fala por si, disparado o que melhor e mais alegre se tem feito em samba; veja só: *Coisinha do Pai, Senhora Liberdade, Súplica, Gostoso Veneno, Vendaval da Vida, Na Linha do Mar*, entre outras, e ainda mais *Sonho de um Sonho*, o inovador samba-enredo de 80 da Vila Isabel, de Martinho da Vila-Rodolpho-Graúna, em cima de um poema de Carlos Drummond de Andrade.

Em tempo, RCA: quem são as mulheres do coro?

Maria Creuza (compacto duplo)
RCA

Das quatro faixas deste compacto, três são regravações de músicas de sucesso. A quarta, *Luanda Silê*, composta por Antonio Carlos e Jocafi, é inédita e foi defendida por Maria Creuza no Festival Yamaha de Tóquio, ficando classificada em 2.º lugar.

Medo de amar n.º 2 (Sueli Costa-Tito de Lemos), Café da Manhã (Roberto e Erasmo) e Começaria Tudo Outra Vez (Gonzaga Jr.) são as outras três. O que prometia ser um compacto com a força de um LP chega a decepcionar, pela excessiva empostação que Maria deu a essas músicas. Realmente, estão melhores com seus intérpretes originais. Seria melhor se ela tivesse completado seu disco com outras canções de Antonio Carlos e Jocafi ou de Toquinho e Vinícius.

Bicho de sete cabeças
— Geraldo Azevedo
CBS

Este é o segundo LP de Geraldo, um artista de muita bagagem, principalmente como instrumentista (Quarteto Livre, de Vandré), ou até como autor de trilhas de novelas (Sinhazinha Flô, Saramandaia, Gabriela).

As cinco músicas do lado A são parcerias suas com Carlos Fernando. No lado B, a gravação de *Bicho de Sete Cabeças* (Geraldo Azevedo-Zé Ramalho-Rocha), com Elba Ramalho, e também sua participação só como cantor, fundindo *Meu Pião* (Zé do Norte) com parte de *Águas de Março* (Tom Jobim) e recriando *Paula e Bebeto* (Milton Nascimento-Caetano Veloso).

DISCO' 80
Som Livre

Já que a discoteca não está mais discotecando, e a Som Livre tem bom faro comercial, este não é exatamente um disco de músicas de discoteca. São sucessos do momento, reunidos numa boa seleção, conhecida principalmente por ouvintes de emissoras ligadas à Globo.

Lado A

1 — *Genghis Kahn* — alegre e bem humorada
2 — *This is out night*
3 — *Sllipin' away*
4 — *Disconnected* — muito chatinha (a *Melô do Telefone*)
5 — *Sleazy* (Village People)
6 — *You and Me* — saborosa

Lado B

1 — *Never Gonna Say Goodbye* — numa regravação de leve discoteca
2 — *In the Moonlight*
3 — *Supernatural* — levinha
4 — *Ballade pour Adeline* — já na linha dançante romântica
5 — *After the Love Has Gone*
6 — *My Love Ain't Never Been This Strong* — discoteca tradicional, para preencher o LP.

...e o Vento Levou — trilha sonora original
Bandeirantes discos

Este foi provavelmente o único filme quilométrico de Hollywood que, ao lado das fitas de temas bíblicos, sobreviveu até nossos dias, aqui no Brasil. Tanto que, volta e meia, podemos vê-lo anunciado no Cinerama de São Paulo. Talvez seja essa razão suficiente para justificar o lançamento desta versão em estéreo remixado, que procura ser fiel aos arranjos originais.

Toda a trilha sonora foi composta por Max Steiner, austríaco de formação erudita radicado na América. Essa formação influenciou claramente as melodias do filme, que neste disco foram entregues à execução da orquestra "The London Sinfonia".

Se você assistiu recentemente o filme, o LP vale a pena, para recordar. Se não, as músicas provavelmente não lhe dirão nada. Nesse caso, só lhe resta esperar que, inevitavelmente, a fita chegue aos cinemas de sua cidade.

Canto de um Povo — Delcio Carvalho
Polygram

O repertório de Delcio, quase todo com músicas de sua autoria, não é muito diferente daquele de vários outros sambistas - cariocas- de morro - de origem humilde. Tem sua parte alegre *(Testemunho de Um Povo), Hora de Ser Criança)*, sua parte triste *(Alvorecer)*, suas horas de "malhar" a mulher *(Sombra, Dei Meu Braço)*, suas dores de cotovelo *(Ausência), suas sátiras à própria miséria (Farinha Pouca)* e suas obras carnavalescas, é claro *(Chuva, Gente e Carnaval)*.

Ele é representante, enfim, de todo um gênero musical, produzindo variações em torno dos mesmo temas. Este disco é uma síntese desse trabalho.

Manassés
CBS

Através deste LP, o Ceará cede mais um artista ao mundo: desta vez é Manassés, o mestre das cordas. Em dez faixas puramente instrumentais, Manassés passeia por vários ritmos brasileiros, entre baiões, xaxados, valsas e choros, acompanhado por Fagner, Dominguinhos e Robertinho de Recife, entre outros. Três faixas são composições dele próprio *(Choro do Jorge, Valsa, Olho d'Água)*, duas são do Fagner *(Molada, Caminho da Roça)*, uma, do Hermeto Paschoal *(O Ovo)* e uma da dupla Luiz Gonzaga e Zé Dantas *(Algodão)*. Todas com ótimos arranjos e muito bem tocadas. Bendito seja o Ceará.

Sol de Primavera — beto Guedes
Odeon

Ex-componente do Som Imaginário, sócio perpétuo do Clube da Esquina, Beto Guedes lançou-se na carreira individual, a exemplo de Wagner Tiso, de Milton Nascimento, dos irmãos Borges, de Ronaldo Bastos, de Tavinho Moura, de Fernado Brant, chegando agora a seu 3.º LP.

Como os mosqueteiros, entretanto, eles são inseparáveis, compondo juntos, nas mais variadas combinações, e participando uns dos discos dos outrcs, seja como compositores, arranjadores, cantores, instrumentistas ou simplesmente nos coros. É assim que neste LP aparece o Milton cantando *Norwegian Wood* (Lennon-McCartney), ao lado do Beto, numa linda regravação que passou quase desapercebida em 1975. Ronaldo Bastos, Tavinho Moura, Márcio Borges, fernando Brant e o Milton, de novo, aparecem como autores, além do próprio Beto E o Wagner participa respondendo pelos arranjos e orquestrações.

Entre todas as faixas, destaque para *Sol de Primavera* (Beto Guedes e Ronaldo Bastos), *Norwegian Wood* e *Casinha de Palha*, de autoria de Godofredo Guedes, pai de Beto, que esperou trinta anos para vê-la gravada.

Eterno como Areia — Diana Pequeno
RCA

A geração 80 de cantoras nos reservou muitas boas surpresas e Diana, baiana de 23 anos, nascida em Salvador, é um dos grandes valores dessa geração.Este já é o seu segundo LP, onde conseguiu reunir um repertório de primeira. Há, por exemplo, a melodia *Engenho de Flores*, de Josias Silva Sobrinho, novo compositor maranhense; *Facho de Fogo* e *Chama*, que concorreram ao Festival de Música da Tupi; *Eterno Como Areia*, que participou do Festival Casa das Américas, em Cuba; *Travessei Moreno* e *Nó Partido*, duas músicas de Carlos Pita; *Campo Branco* e *Cantiga de Amigo*, com a influência provençal de Elomar; *Rio Largo de Profundis*, bonita composição do português José Afonso.

Ao lado do repertório excelente, é preciso falar da voz de Diana Pequeno, de longe uma das melhores que despontaram entre as novas cantoras. Toda a receita de uma longa e saudável carreira. ■

SONORIZAÇÃO DE AMBIENTES RESIDENCIAIS, No Brasil, em 1980...

Por que?

—

Hum!... Um apenas que seja levado às alturas ao ouvir pela primeira vez aquele som potente, limpo, pleno, carregado das Vibrações que lhe deram origem; sentir desaparecer o equipamento intermediário e revivenciar o próprio espetáculo, a própria inspiração do autor, e algo maior, em sua essência, será o bastante para mim.

Cláudio César Dias Baptista

INTRODUÇÃO

Foi-se a época em que me dedicava à perfeição da reprodução, a Alta Fidelidade, pura s simplesmente. Há algo mais.

Existe todo um processo de gravação que termina no ponto onde começa a reprodução; na ponta da agulha de seu toca-discos, na antena de seu sintonizador, na cabeça de seu reprodutor de fitas. Esse processo de gravação pode ser situado nos extremos, ou em qualquer ponto entre eles, de uma gangorra. Nela se equilibram, de um lado a mais fiel possível reprodução, pura e simples, entregue completa pelos executantes; a música sinfônica, por exemplo, executada em teatro e gravada por um par de microfones coincidentes, diretamente em estéreo, sem "mixagem". Do outro, a construção da música com auxílio do próprio processo de gravação, onde a obra só estará completa no momento da reprodução, jamais chegando a ser "executada" para ser gravada,

cuja primeira execução será a primeira audição da própria fita gravada.

No primeiro caso, o da gravação de uma obra executada completa, captada "no ar" pelos microfones, existem já diversos fatores de deterioração do som original. Entre eles, a direcionalidade dos microfones ser diferente daquela dos ouvidos, havendo perda ou modificação da qualidade do som refletido pelo ambiente. Acrescente-se: pouquíssima faixa dinâmica do sistema de gravação comparado ao ouvido humano (o melhor gravador profissional dificilmente ultrapassa os 65 dB em relação sinal/ruído, enquanto o ouvido distingue 120 dB em faixa dinâmica).

Completando o quadro com a incapacidade do sistema para gravar as vibrações sonoras percebidas pelo próprio corpo, principalmente nas passagens mais fortes, vemos que nem será necessário chegar aos fatores psicológicos, e muito menos aos místicos, que envolvem uma audição musical "ao vivo", para ver que algo deverá ser feito pelo equipamento **de reprodução** para tornar mais "possível", "realista" e "recuperado" aquele som original. Isto já é **mais** que "alta fidelidade".

Por que esperar 100 anos pelo equipamento de gravação "perfeito" se podemos fazer algo **agora** para que uma "reprodução" regenerativa, criativa até, nos relacione mais com os autores, com a música, com o Cósmico?!

No segundo caso, não há parâmetros exatamente definíveis para a reprodução, pois esta não tem de ser "fiel" a nada que não seja tão flexível quanto a imaginação do autor e do ouvinte. Mais um campo então para a exploração das possibilidades **criativas** do equipamento de "reprodução"!...

Nos casos intermediários, é óbvio que uma dose maior ou menor desse "algo mais" deverá ser usada no equipamento de reprodução para produzirmos com ele "vivências" mais reais, níveis de atenção e excitação maiores no ouvinte, até colocá-lo, quem sabe, em contato direto com a própria vibração original do autor. Tudo isto sem, é claro, perdermos qualquer partícula da "fidelidade" atualmente possível.

A idéia é, mais ou menos, fazer o que faz o famoso cafezinho nas paradas repousantes, em meio aos meus artigos do Curso de Áudio. Ele nada tem a ver com o assunto em pauta, mas muito tem a ver comigo e com você, o leitor. Coloca-nos, pois, novamente em harmonia, faz nossas vibrações voltarem a sintonia e, em ressonância, nos coloca em contato produtivo, criador, acima e além da limitada dimensão do tempo, do espaço e da razão...

MAIS QUE ALTA FIDELIDADE; "ALTA CRIATIVIDADE!"

Novas palavras... Novos conceitos... (Novos?!...)

Pode-se perceber no equipamento lançado no mercado, "lá fora", a tendência à criatividade e à regeneração da gravação durante o processo de reprodução.

— O que?! Ah, esqueci-me do cafezinho... Pois bem, vamos a ele, repousemos um pouco para deixar curtir bem a idéia da "alta criatividade".

— Revigorado? Regenerado? Em sintonia?! — Continuemos...

CAIXAS ACÚSTICAS DE "ALTA CRIATIVIDADE"

80% do resultado sonoro depende das caixas acústicas; começarei por elas.

Uma dessas raras experiências a fazerem o audiófilo e o próprio leigo pararem depois para raciocinar e reorganizar os conceitos sobre a audição sonora em ambientes residenciais, traz o nome de um pesquisador que foi muito feliz em seus resultados: *BOSE*.

Hoje, toda uma linha de equipamento residencial baseada na filosofia de projeto desse homem encontrou lugar para firmar sólidas raízes. Até infiltrações (que, neste caso apenas, considero puramente comerciais e de resultados medíocres) nos sitemas de sonorização de grandes ambientes essas raízes produziram.

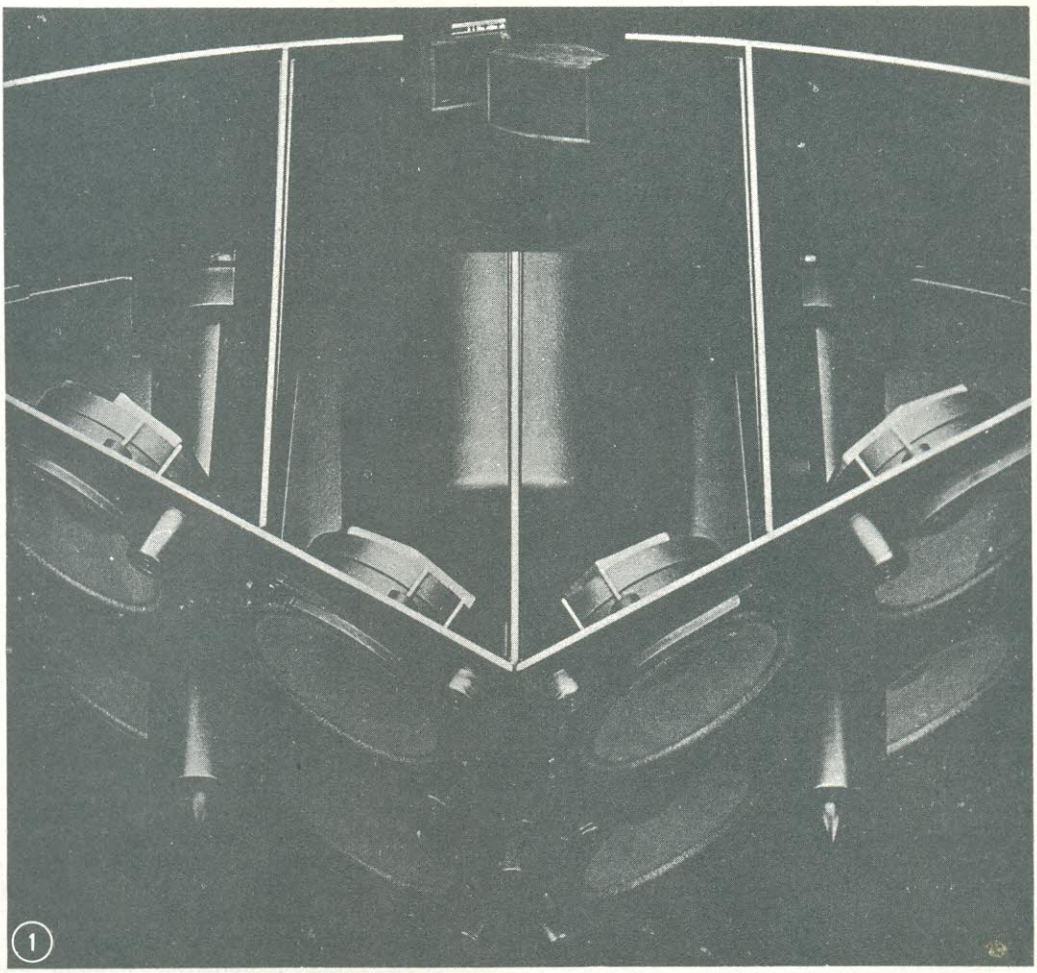
A semente foi uma pequena caixa acústica com oito alto-falantes de 4 e mais polegadas colocados por trás, voltados para a parede (olha a indústria brasileira novamente "marcando"...), e mais um alto-falante igual, colocado sozinho, pela frente, voltado para o ouvinte.

Um par dessas "caixinhas", acompanhado de seu equalizador especial e de um bom amplificador estéreo, ao reproduzir um disco qualquer (quanto mais "quaiquer" melhor!) é capaz de produzir uma dessas experiências chocantes, mesmo e **principalmente** nos donos das mais cotadas caixas importadas convencionais!

Tanto que, estando a compra de um par de caixas "BOSE" originais (ver figura 1) fora de meus planos financeiros atuais, construi para meu uso as que aparecem nas fotos da figura 2. Usei alto-falantes nacionais de 5", "Bravox" mesmo, pois não consegui encontrar nas lojas de São Paulo as unidades "EASA" (também nacionais) em quantidade suficiente (incrível, não?), que considero superiores para esta finalidade. Estou satisfeitíssimo com elas e só antevejo o sucesso da empresa brasileira que começar a produzi-las. (sob licença da BOSE ou com as necessárias modificações para evitar a licença...).

Além das vantagens não tão secundárias de evitar os críticos ajustes de fase dos *crossovers* ativos ou passivos, e a complexidade da bi, tri ou multi-amplificação, de admitir alta potência na amplificação (uso um par de amplificadores de 200 watts RMS que construí para excitar minhas caixas e não conheço caixas nacionais que os suportem com facilidade); além de serem pequenas e ideais para quem não deseja trambolhos sonoros em sua sala, essas "caixinhas" tem como primeira finalidade restaurar, recriando, ou mesmo criando, a "ambiência" acústica. Essa ambiência, difícil de gravar, muitas vezes é propositadamente excluída das gravações para evitar "vazamentos", e poder captar e equalizar cada instrumento separadamente, misturando-os depois. O resultado é uma gravação bem equilibrada quanto aos níveis sonoros relativos entre os instrumentos, mas que, reproduzida pelas caixas de radiação frontal convencionais, mesmo e principalmente as "melhores", é extremamente "irrealística", dura, seca, mostrando todo e qualquer defeito, chiado, distorção, etc. Nosso ouvido está **muito mais acostumado do que pensamos**, a ouvir sons originais que, assim deixam o instrumento, refletem-se no chão, no instrumento do músico ao lado, no suporte para as músicas, nas paredes, no teto do teatro, ídem quando vindo de guitarras elétricas e equipamento eletro-acústico similar; ele sofre dezenas de **pequenas** e **próximas** reflexões, corre para todos os lados, pelo menos metade dele **para trás**, reflete-se, atrasa-se sobre si mesmo em diversos espaços curtíssimos de tempo, **antes** de chegar a nossos ouvidos.

Se o técnicos nos estúdios de gravação se esforçassem mais no sentido de captar essas reflexões, seriam só parcialmente recompensados de êxito, pois, não considerando a impossibilidade de fazer essa prática acomodar-se à técnica atual de gravação que requer múltiplos canais, pouco vazamento, pequenos estúdios com acústica morta, regravação de várias pistas pelo mesmo músico, etc.; na maioria dos casos, ainda teriam o problema de que as caixas reprodutoras nas residências dos ouvintes não estão em condições acústicas ideais para recriarem essas nuances. Para isso, deveriam estar ao ar livre ou a sala de audição deveria ser uma câmara anecóica! Aí, se a recuperação, o disco, o equipamento reprodutor, fossem extremamente fiéis e livres de ruídos e distorções, teríamos a maravilhosa experiência de sentir os ambientes acústicos mudando com a mudança do programa; ora grandes, amplos, ora pequenos... o que não pode ser recriado pelas caixas tipo BOSE, cujo espaço acústico criado é fixo, mesmo com os aperfeiçoamentos lógicos do último modelo. ▶



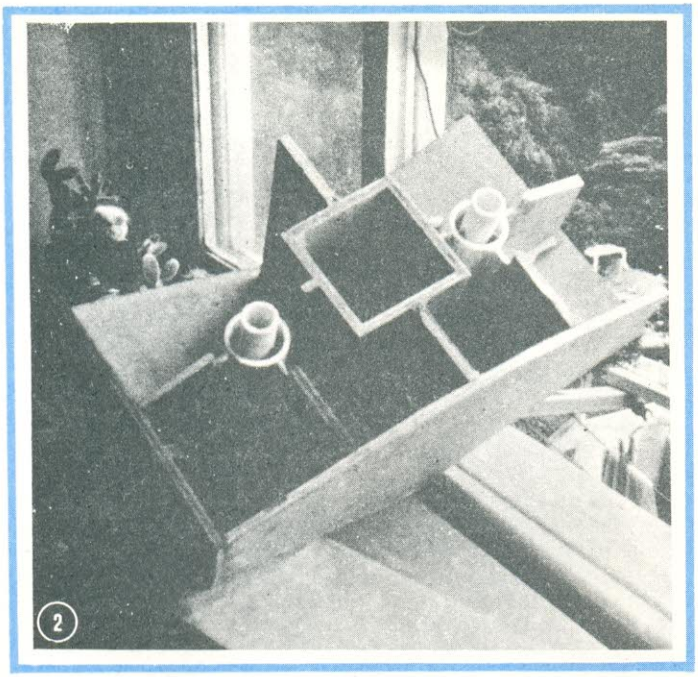
Caixas Bose originais — vista exterior e interior.

Como dois em cem discos e um em mil equipamentos preenchem estes requisitos, o remédio, menos perfeccionista na aparência, mas com resultados espetaculares na grande maioria dos casos **práticos** foi **produzir, criar** essas **curtas** reflexões e seu múltiplos e curtos atrasos (*delays*) no próprio ambiente de reprodução — a sala de audição. Com isto, evitam-se as soluções impossíveis acima, as quais só malucos como eu já tentaram (salas anecóicas, etc.) e com grandes despesas e poucos **resultados**, a não ser discussões caseiras, coceiras de fibras de vidro, etc...

Mas, nem tudo é ideal nessas maravilhosas "caixinhas". Como demonstram os seus mais novos modelos, que possuem controles de diretividade de som que sai por detrás das caixas, há necessidade de **dosar** em casa a proporção de som direto versus som refletido. Mesmo com os alto-falantes especiais das caixas BOSE originais, de resposta estendida e grande excursão nos graves, mesmo com os compartimentos cuidadosamente elaborados que separam o interior de cada uma dessas caixinhas em pequenas caixas sintonizadas e carregadas por ductos com "resistência acústica", mesmo assim elas **não** conseguem o impacto, o "punch", a clareza, a limpidez de som direto das grandes caixas tipo radiação frontal, como por exemplo, os monitores para estúdio tipo 4343, JBL, que construí para meu uso caseiro.

Quem desejar, pois, um sistema de caixas mais completo, acusticamente, que **acrescente** as caixas tipo BOSE a seu equipamento, usando-as **sobre** as caixas convencionais e com aplificadores e equalizadores independentes ou "atrás", ou até "sobre *e* atrás", totalizando até seis caixas; quatro tipo BOSE e duas convencionais (ver figura 3).

Quem for mais modesto, ou concentrar sua programação sonora em audição de música "do primeiro tipo", isto é, gravada tal como foi executada, por exemplo, música sinfônica, valsa, música de câmara, vocal, coral, sacra, órgão de tubos, etc., que dê preferência exclusiva às caixas tipo BOSE. Recomendo-as também para música ambiental contínua, pois são as menos fatigantes que conheço, so-



Caixa tipo Bose que construí em madeira; vista do interior — os originais são em plástico moldado.

norização de ambientes de trabalho, música de fundo, audições suaves noturnas, etc. Em tempo: isto NADA tem a ver com o nível de intensidade sonora, pois um par dessas caixas pode encher qualquer sala de "grandiosidade" musical como poucas.

Seus graves são potentes, mais secos e nítidos que os produzidos por *woofers* de cones pesados; seus médios graves um pouco ressonantes ao redor de 140/160 Hz, mas sempre equalizáveis e **muito** melodiosos (QUE violoncelos!); seus médios para dicção vocal um pouco indefinidos na posição espacial, mas extremamente naturais em timbre; seus médios agudos são o que há de excelente em envolvimento acústico e clareza e seus agudos altos, ainda quando se usa falantes nacionais, bem equalizados, são límpidos, livres da dureza e do "som de lixa" característicos dos modelos convencionais. Aplausos e orquestras sinfônicas ouvidos nessas caixas são algo inesquecível!

Quem der preferência à música "pop", discoteca, etc., onde quer que o som direto costume predominar, poderá ficar com os modelos convencionais, mas mesmo estes ficarão frustradíssimos ao ouvir as mesmas músicas reproduzidas "criativamente" pelo sistema híbrido — caixas convencionais + tipo BOSE.

Uma nota às fábricas nacionais que pretenderem aproveitar esta promoção gratuita: se construírem algo parecido com as caixas BOSE, **façam direito**! Trata-se de equipamento de elite, que poderão "piorar" depois para vender aos menos afortunados, mas que não cometam o crime de começar errado. Os resultados com sistemas sem subcompartimentos internos, com alto-falantes ruins e, principalmente, sem equalização especialmente projetada, serão **terrivelmente** desanimadoras! OUÇAM, ANTES DE TUDO, AS ORIGINAIS!!!

Para os profundamente interessados, aqui vai endere-

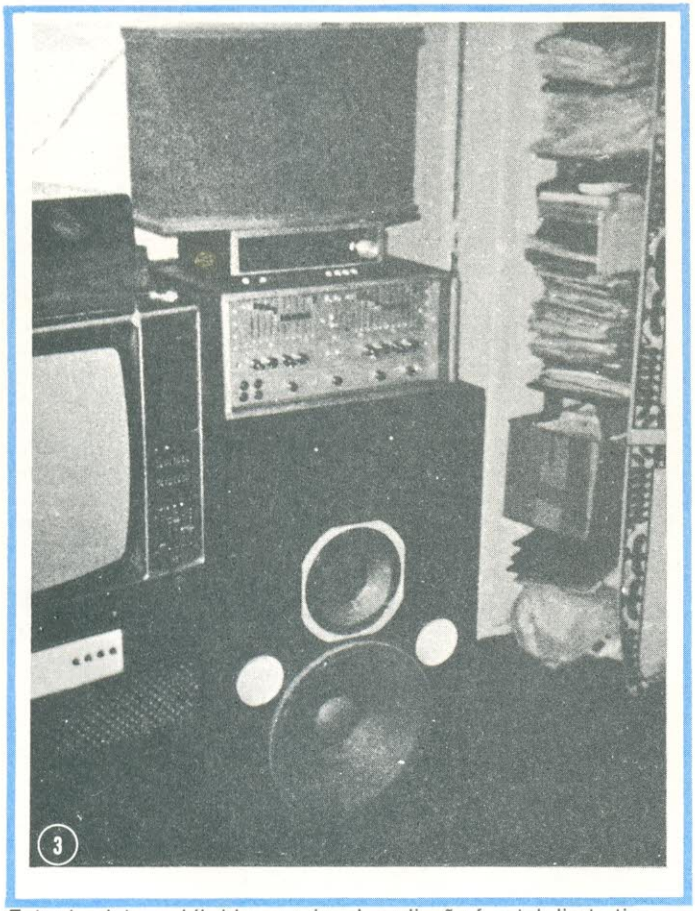
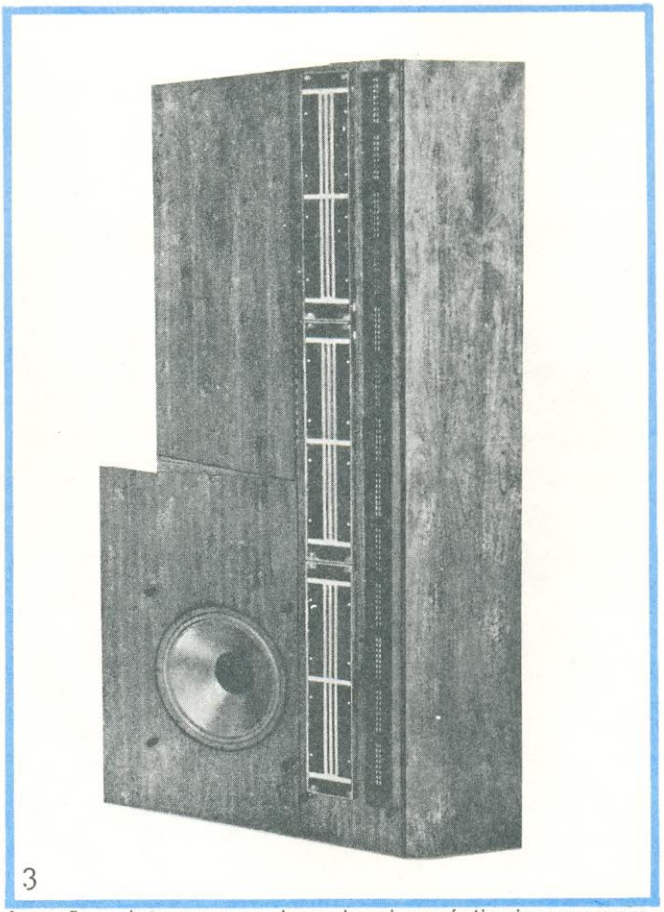


Foto do sistema híbrido — caixa de radiação frontal direta tipo monitor JBL que construí, com a caixa tipo BOSE de radiação refletida, também de minha construção. É um par muito difícil de superar.



A versão mais cara que conheço de caixa acústica incorpora ambos os sistemas em uma só caixa e custa U$ 6500,00. É a Infinity QRS.

▶

ço útil; principalmente para os que **sentirem** que não existe qualquer interesse comercial de minha parte:

"BOSE" — The Mountain, Framingham, Mass. 01701, USA

Em tempo: sei que muitas das fábricas cujos endereços indico têm representantes no Brasil. Como procuro, no entanto, colocar o interesse do leitor em primeiro lugar, elimino esses intermediários, e deixo a critério da fábrica a confirmação de sua representação que fará ou não diretamente ao leitor que lhe escrever. Com isto, possíveis mudanças de representantes e outros envolvimentos intermediários são eliminados.

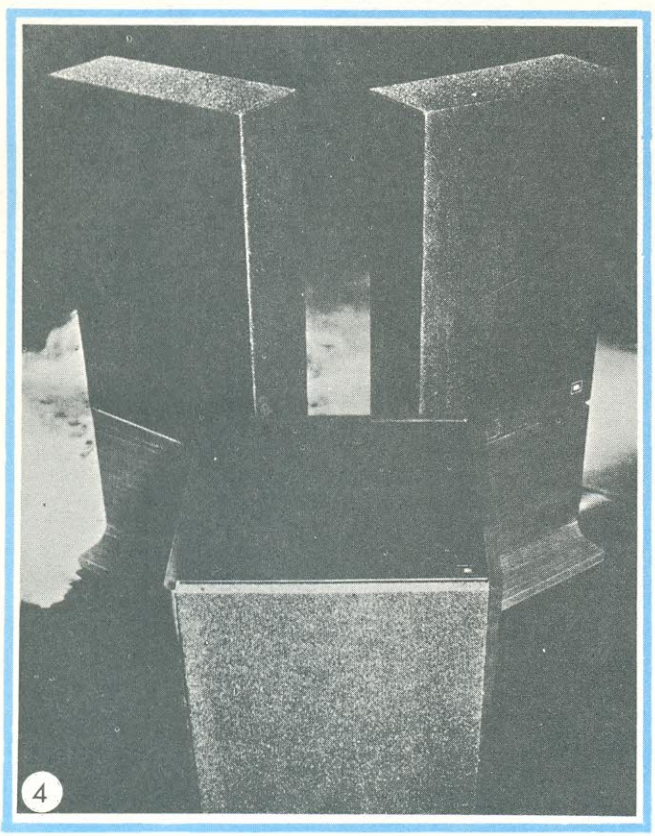
No cafezinho? Não? Faz mal tomar demais? Que tal uma desfocalização da vista, um pequeno repouso do raciocínio? Tudo O.K.? Às vezes esqueço-me que você não está lendo há tanto tempo assim; eu é que venho escrevendo bem mais devagar... Voltemos ao princípio...

AINDA CAIXAS ACUSTICAS — ALTA CRIATIVIDADE NOS GRAVES!

Outra experiência excitante na "alta criatividade" é a audição em equipamento que reproduza os graves profundos. Melhor ainda, que **crie** novos graves, mais profundos ainda, ao detectar a presença de fundamentais graves.

Todos já estão familiarizados com o sistema de produção de **graves** sintéticos das películas com efeito "sensurround", iniciado na apresentação do filme "Earthquake" (Terremoto). Um comando especial impresso na película cinematográfica faz dispararem geradores de ruído aleatório (*random noise*), filtrados para frequências de 100 Hz para baixo e injetados em amplificadores de alta potência (geralmente da marca BGW e com milhares de watts RMS).

Nota: O termo "alta criatividade" é propriedade do autor, tendo sido criado especialmente para a produção deste artigo.



4

Esses amplificadores excitam alto-falantes de 18 polegadas, especiais, de cone substituível e com poucas horas de duração, geralmente da marca Cerwin-Vega, instalados em cornetas dobradas especiais para baixíssima frequência, com grande área de boca e lenta progressão na área da seção em relação ao comprimento.

Em tempo: BWG Systems, Inc.
13130 South Yukon Avenue,
Hawthorne, California 90250 — USA
Cerwin Vega
6945 Tujunga, North Hollywood,
California 91605 (213) 769-4869.

Hoje, já existem sistemas residenciais que permitem a reprodução dos graves profundos contidos nas gravações e, para quem não se satisfaz apenas com eles, há sistemas que **criam** graves sintéticos, **mais** profundos (de frequência mais baixa) que os próprios graves contidos nas gravações.

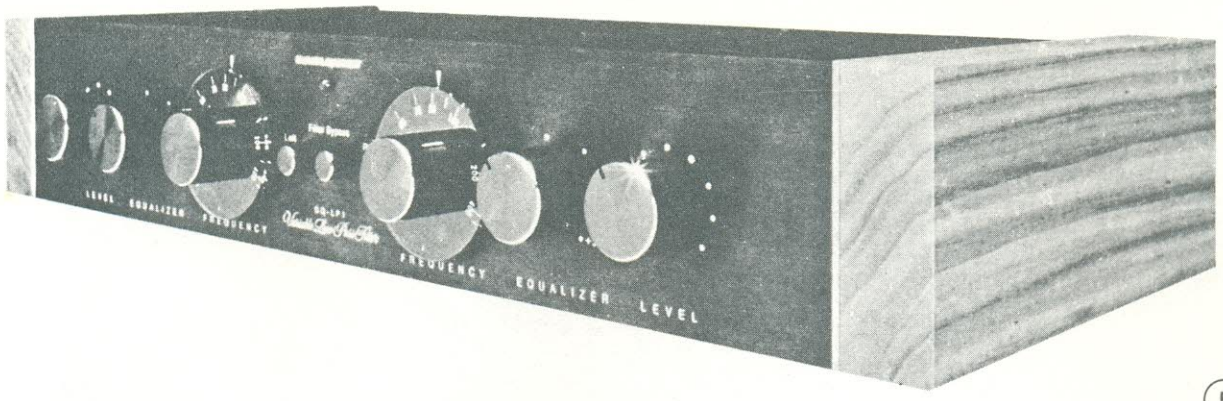
Quanto aos graves, sejam sintéticos ou contidos nas gravações, é necessário, em primeiro lugar, existir equipamento capaz de reproduzí-los. As caixas acústicas convencionais, de "alta fidelidade", podem geralmente reproduzir com **nível de intensidade sonora** suficiente para o ouvido humano, que os **começa** a perceber só quando já estão fortes o bastante para fazerem tremer objetos. Forçar caixas convencionais a reproduzí-los com nível suficiente leva a vários "resultados"; por exemplo: a destruição dos *woofers*, que, os melhores nacionais, em minhas medições, verifiquei estarem em seu limite de potência ao redor de 6 (seis) watts RMS próximo de 30 Hz. Pode-se também obter uma reprodução cheia de distorção por intermodulação tentanto fazer sairem esses graves pelas caixas comuns. Outro "resultado" seria a anulação dos graves profundos de uma caixa pela outra, devido à sua colocação nos cantos de uma mesma parede da sala, pela formação de ondas estacionárias ao redor de 40 Hz.

O remédio, ou um deles, já bem antigo, vem voltando à moda hoje em dia, com a utilização de uma caixa separada para os graves profundos, o "subwoofer", com seu próprio sistema divisor eletrônico de frequências e seu amplificador monofônico. Apesar da perda de certos efeitos estereofônicos não direcionais ao se misturarem os graves de ambos os canais, e da dificuldade de obtenção de ótima relação de fase entre essa caixa e as demais, existem diversas vantagens, que valem o trabalho e o investimento. Entre elas, temos: a especialização da caixa e do alto-falante nas frequências baixas, e a eficiência que se pode conseguir neste caso. A anulação de componentes indesejáveis captados pelo "pick-up" nas oscilações verticais dos sulcos dos discos ao se misturarem os canais estéreo, na parte dos graves profundos, com o consequente aproveitamento da potência do amplificador apenas para a reprodução do som e não do ruído subsônico. A folga com que passam a trabalhar as caixas e amplificadores das secções de médios graves até agudos, que conservam as propriedades importantes da estereofonia, e a consequente possibilidade de redução de tamanho e potência dessa parte do sistema.

Empresas como JBL, cujo endereço tenho dado em vários artigos, passam a produzir, completos, tais sistemas, para uso residencial. Ver figura 4.

Para os perfeccionistas, sistemas completos de som, a preços astronômicos, podem ser encontrados com a utilização de "subwoofers" de 24 polegadas. Por exemplo, encontraremos à venda na "Sound Components, 2710 Ponce de Leon Boulevard, Coral Gables, Florida, 33134 — 305-446-1659 — TWX: 812-848-7627, USA", o sistema padrão de referência de Mark Levinson, que consta dos seguintes componentes:

2 Hartley *24 inches subwoofers*
4 Quad ESL loudspeakers (eletrostáticos)
2 Decca ribon tweeters (modified)



5

2 Levinson LCN-2 crossovers (**100 Hz** & 7 kHz)
1 Levinson ML-1 (LEMO) preamp
6 Levinson ML-L amplifiers
1 pr. hand crafted oak ash trestle stands (for Quads & Decca)

O texto abaixo dos anúncios desse sistema diz pura e simplesmente o seguinte:

"The H.Q.D. System with source material, will reproduce a musical event better than any system we know of"...

Podemos encontrar também, unidades modulares independentes, para montar o sistema de subwoofers. A figura 5 mostra o *crossover* ou divisor de frequências eletrônico da "Dahlquist", para ser instalado entre seu pré-amplificador e o amplificador especial para o subwoofer.

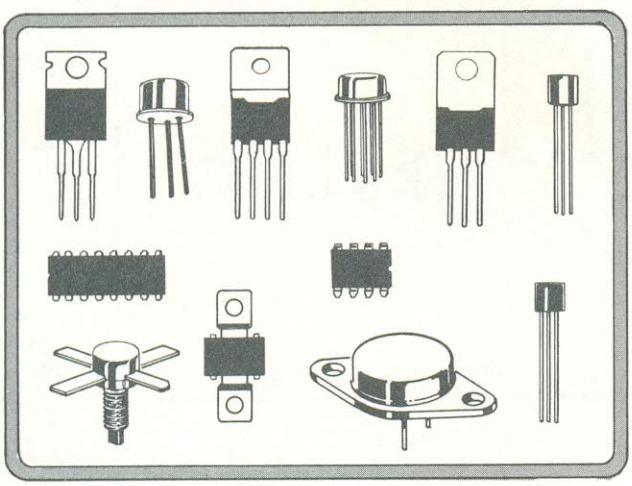
É o "D.Q.-LP 1" que produz corte eletrônico para separar as baixas frequências, com ajuste de frequência variável e corte passivo para separar as médias e altas, que não produz distorção.

Dahlquist
27 Hanse Avenue, Freeport, New York 11520 — USA

Ainda no objetivo de obter bons graves, podemos, com o uso de alto-falantes nacionais, que na melhor hipótese chegam a 18 polegadas, utilizar quatro unidades destas (ou pelo menos quatro de 15 polegadas) se desejarmos área suficiente para que a debilidade desses alto-falantes nos graves possa reproduzir, em caixa *bass-reflex* ou sonofletor infinito, graves realmente profundos e fortes.

Recursos tais como caixas que aumentam a eficiência dos graves podem ser usados para evitar o uso de mais que um falante nacional, tais como cornetas de canto, em concerto, tipo "Voight", que aproveitam o encontro de ▶

INTERTEC É A SOLUÇÃO !



FAIRCHILD
TRW®
National Semiconductor

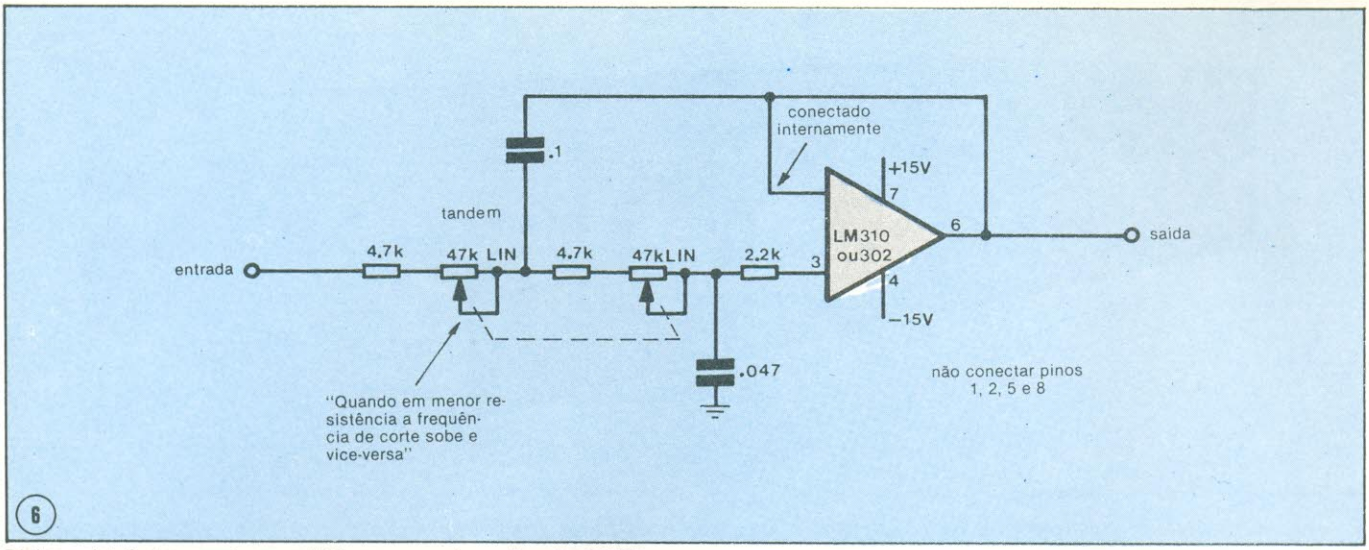
DISTRIBUIDORA: FAIRCHILD, TEXAS, TRW, NATIONAL

ENDEREÇOS DE REPRESENTANTES

● RIO DE JANEIRO - JOSE BEHAR
R. Republica do Libano, 46
Fone 224 7098

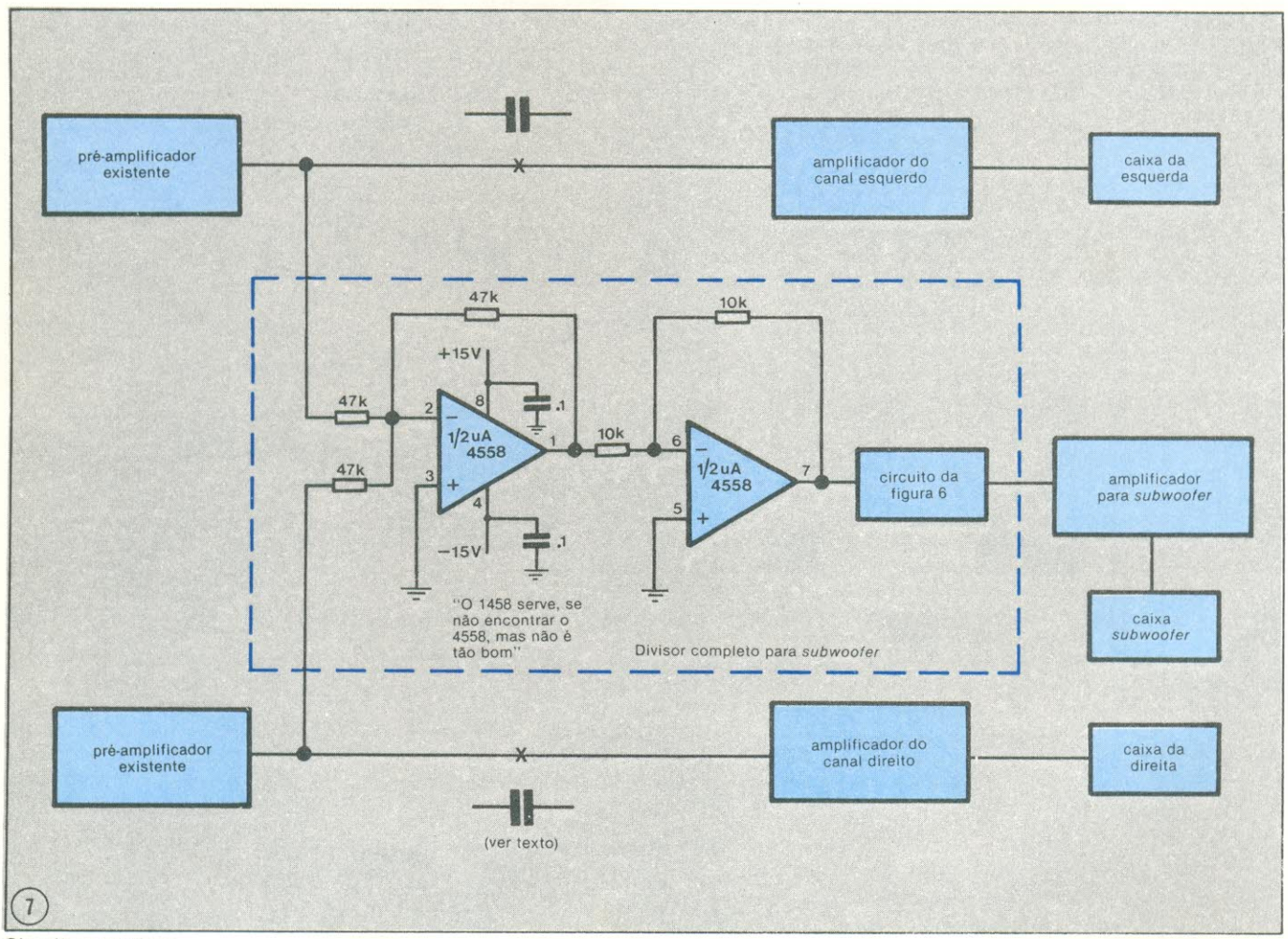
● PORTO ALEGRE ANTONIO H. DARVIL
R. LUZITANA, 737

INTERTEC COMPONENTES ELETRÔNICOS LTDA.
RUA TAGIPURU, 235 - 11°AND. - CJ. 115 - SP - Tel. 67 0582 e 67 7663



Divisor eletrônico semi-paramétrico, para *subwoofer*, de CCDB.

duas paredes para, chegando ao teto, formar uma grande corneta exponencial. Pode-se usar cornetas de parede tipo "klipsch" ou, ainda, o "air-coupler", ou tubo ressonante dobrado. Todos estes projetos você poderá encontrar nas boas livrarias especializadas, em São Paulo, procurando os livros da "Coleção Radiorama" n.ºs 3, 2 e 8, em castelhano. O "air-coupler" é tão eficiente que um mísero alto-falante de "8" dos mais baratos nacionais, colocado em caixa por mim construída, no canto e no teto de minha sala, é capaz de igualar em SPL os graves profundos de uma de minhas caixas tipo JBL 4343, monitor para estúdio, que trabalha com o melhor *woofer* de 15 polegadas existente! Mas, como tudo o que é exageradamente eficiente, é limitado, pois reproduz APENAS uma oitava, isto é e por exemplo: 20 a 40 Hz ou 30 a 60 Hz. Dois "air-couplers", sintonizados em 30 e 40 Hz respectivamente, cobrindo a faixa 20 a



Circuito completo.

60 Hz formariam excelente conjunto para graves profundos, trabalhando em paralelo, em fase, com o mesmo amplificador e no mesmo canto da sala, sendo necessário escolher dois *woofers* de 30 e 40 Hz de ressonância e projetar um "air-coupler" para cada.

DIVISOR ELETRÔNICO PARA SUBWOOFERS

Não poderia sentir-me bem, sem dar a você algo mais que citar nomes de empresas estrangeiras fabricantes de *subwoofers*. vencendo a barreira do egoísmo, vou até meu arquivo secreto e de lá retiro o esquema do divisor eletrônico ajustável, semi-paramétrico, que "inventei" para meu próprio sistema de som... Chegou a vez dele... Que seja útil a você também! O circuito do divisor aparece na figura 6.

O integrado ideal é o LM ou uA 310. Podem ser usados circuitos mais baratos, mas para que? O objetivo de quem faz um circuito destes é, por princípio, obter algo bem acima da média!

Na figura seis aparece apenas o filtro passa baixas ajustável. Para usá-lo na prática, a não ser que deseje utilizar dois *subwoofers*, um para cada canal estéreo, será necessário misturar ativamente os dois canais, para levar o sinal à sua entrada sem alterar o efeito estereofônico. Um circuito completo possível aparece na figura 7.

Oscilações de alta frequência deverão ser pesquisadas com osciloscópio e eliminadas com a colocação, se necessária, de capacitores de 20 pF em paralelo com os resistores entre os pinos 1 e 2 e/ou 6 e 7 do circuito da figura 7. Capacitores de 0,1 uF poderão ser colocados dos pontos pinos 4 ou 7, ou ambos, à terra, não mais distantes que 2 cm do integrado, no circuito da figura 6, para evitar oscilações.

A fonte de alimentação deverá ser estabilizada, com mais e menos 15 V e, de preferência, com circuitos integrados estabilizadores. A loja Filcres, em São Paulo, tem esses circuitos à venda bem como notas de aplicação. Notar a existência de dois circuitos inversores no circuito da figura 7, para manter a fase.

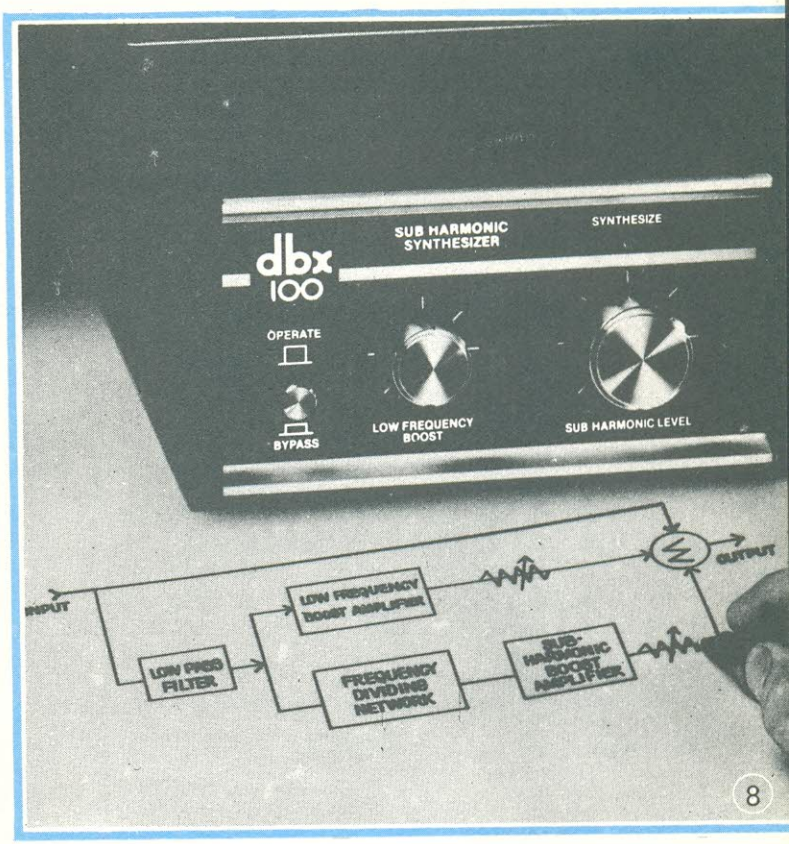
Você poderá preferir eliminar o segundo circuito e usar apenas o primeiro, após estudar a posição de sua caixa para o *subwoofer*, pois é importante encontrar a melhor relação entre os graves saídos pelo *subwoofer* e os das caixas comuns. Poderá até colocar uma chavinha de "by-pass" que coloque e retire o 2º inversor do sistema e chamá-la "fase" ou "0º-180º". Ou poderá simplesmente inverter os fios no alto-falante ou nos alto-falantes do *subwoofer*... Poderá, ainda, projetar novo circuito para a seção divisora, usando um só integrado como o da figura 6 e seus dois operacionais, conjugando os circuitos da figura 6 e 7.

Pesquise e descubra!

A melhor frequência de corte será escolhida variando a posição do potenciômetro duplo de 47 k linear, sendo que ela subirá quando a resistência do potenciômetro for menor e vice-versa. O corte é de 12 dB/8a.

Capacitores iguais poderão ser colocados em série com as entradas dos amplificadores das caixas normais para evitar que os graves profundos também os atinjam (ver figura 7). Os valores terão de ser encontrados em cada caso específico — experimente. Isto, por si só, alterará a fase nessas frequências e muitas vezes resultará em melhor combinação entre as seções estéreo e o *subwoofer*, justamente para uma dada frequência de corte a ser encontrada experimentalmente com a atuação sobre o potenciômetro duplo de 47 k. Em qualquer caso, esse trabalho deverá ser experimental devido à distância entre a caixa de *subwoofer* e as demais ser variável para cada caso e cada leitor.

Não serão necessários capacitores em série com as entradas e saídas dos circuitos apresentados nas figuras 6 e 7, pois o *offset* será mínimo, dado o ganho ser unitário. Circuitos de divisores de frequência de corte fixo, com 18 dB/8a, podem ser encontrados no "National Audio Handbook", editado pela Editele (NE), mas não são muito recomendáveis justamente por não ter frequência de corte variada para otimização da fase/resposta. Outra falha em muitos circuitos de 18 dB/8a é a criação de ressonância e perda do "impacto" nos graves (som de barril). Daí preferir o 12 dB/8a.



8

"Conseguidos" os graves (ufa!) passaremos agora aos graves sintéticos, os quais, para produzir, exigem, é claro, a instalação do sistema anterior, de *subwoofer*, ou pouco poderão fazer a não ser embrulhar todo o som...

A figura 8 mostra um aparelho à venda no mercado dos USA, que produz o efeito. Não tenho espaço para publicar circuitos mais complexos, mas posso dar a "dica" de que, se você não conseguir o próprio dbx, poderá pesquisar circuitos tais como os do pedal já comum entre os guitarristas brasileiros, da fábrica MXR, chamado "Blue-Box", que faz serviço semelhante. Poderá desenvolver seus próprios circuitos divisores e de filtragem e chegar a resultados surpreendentes. O circuito original, o "dbx 100 Subharmonic Synthesizer" é produzido pela "dbx Incorporated, 71 Chapel St., Newton, M A 02195, USA. (617) 964-3210"

Ele, como mostra o diagrama de blocos sob a foto, cria um sinal companheiro para os graves, que seleciona entre 50 e 100 Hz, uma oitava abaixo destes. Depois, mistura-os com o sinal original.

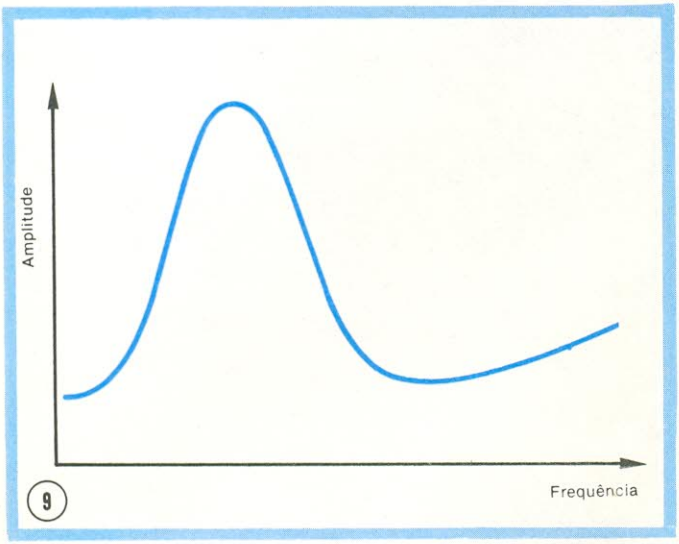
Creio que, para um "bom técnico", com tempo suficiente, não haverá segredos em acrescentar este divisor e misturador aos circuitos das figuras 6 e 7, formando um responsável sintetizador de sub-harmônicos!

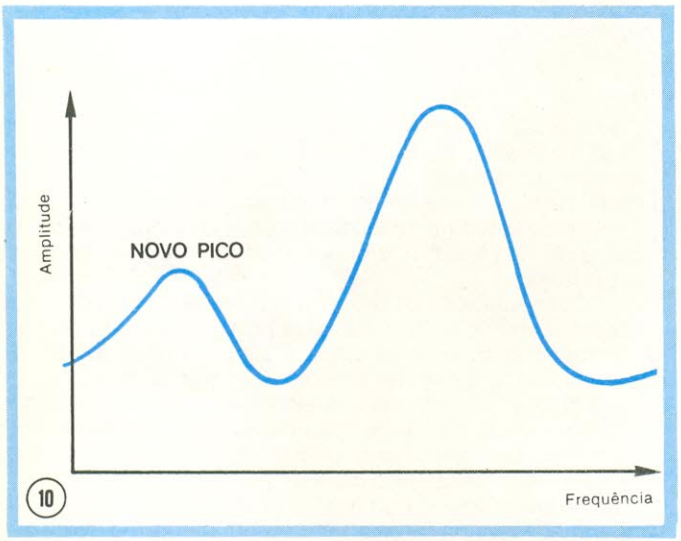
CAIXAS ACÚSTICAS, AINDA...

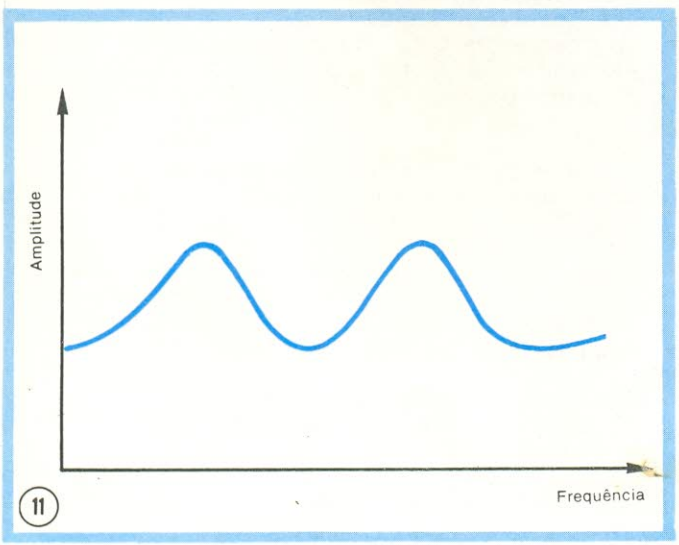
Um dos maiores problemas para a reprodução dos graves é a caixa acústica.

Sonofletores infinitos, quando são realmente "infinitos", quando se usa pelo menos 1 m^3 para cima de espaço livre por trás do cone, para cada falante de 15", **dão os▶**

mais puros graves. Mas, com os **pequenos** falantes de 15 polegadas existentes, estes nunca são suficientemente intensos. Nem é fácil amortecer corretamente alto-falantes assim instalados, ou não destruí-los com os amplificadores. Múltiplos cones produzem picos na resposta e o ideal







mesmo seria usar *woofers* de 24 polegadas. Como, por aqui, isso ainda é sonho, usa-se compromissos tais como o famoso "bass-reflex"...

Por falar em *bass-reflex*, milhares de artigos tem sido escritos sobre como confeccioná-los. O melhor que conheço deles é um boletim da Altec, "Loudspeaker Enclosures, their design and use" — AL 6030". Endereço Altec para quem não anotou, dos artigos anteriores:
Altec — Sound Products Division
1515 South Manchester Avenue, Anaheim,
California 92803 — USA

Esse boletim ensina, com detalhes, como fazer uma caixa com as dimensões certas, e por um processo muito simples e prático, sintonizá-la com o alto-falante para graves. Basta colocar na caixa o alto-falante e, vedada completamente a mesma, traçar uma curva de impedância com o auxílio de voltímetro (ou oscilógrafo) e gerador senoidal para áudio. Aparecerá uma curva como a da figura 9.

Depois, vai-se perfurando uma abertura na caixa e traçando novas curvas. Um novo pico aparecerá nos graves, em frequências mais baixas ainda que a do pico da primeira curva (ver figura 10).

Quando os dois picos estiverem com a mesma amplitude, a caixa estará sintonizada. Mais fácil, não?! (Mas cuidado em corrigir os defeitos, muito comuns na resposta de graves do sistema de medição!...)

No boletim citado, aparecem também dados sobre outros tipos de sonofletor, sua construção e sintonia, como sintonizar *bass-reflex* com ductos, etc. **Vale a pena obtê-lo.** Seu preço nos USA está ao redor de 2 dólares, mas, quando manda para o exterior, a fábrica geralmente não cobra.

Sobre as caixas tipo "suspensão acústica", as revistas "Popular Electronics" de junho e julho de 1973 ainda são minhas preferidas — procure o artigo "Closed box speaker system design" de David B. Weems, em duas partes, nessas duas revistas. Vale a pena pesquisá-los, estudá-los, experimentar com eles, antes mesmo de partir para caixas "bass-reflex", pois estão na base de tudo o que se pode fazer de prático quanto a caixas acústicas em função de seu acoplamento ao alto-falante e seu volume interno. Os furos nas paredes e no chão de minha casa na Serra da Cantareira, as caixas d'água de 1000 litros, as farpas de lã de vidro enfiadas pelo corpo que o digam, quando, pesquisando sozinho, ainda não havia lido esses artigos...

Caixas para graves tipo "transmission line" tem seus princípios expostos nos livros que indiquei da Coleção Radiorama e tem o mérito de não alterar a frequência de ressonância dos alto-falantes, além de carregá-los por detrás, amortecendo seu cone, para a obtenção de graves secos.

Após pesquisar todos eles, passando pelas *rear-folded horns*, "W" *horns*, Karlson, etc., creio que acabará optando pela que melhor se adaptar a seu próprio caso. Quanto a minha opinião, senão pudesse utilizar dois *woofers* de 24" em suspensão acústica ou sonofletor infinito, verdadeiro, ou mesmo em *bass-reflex*, passaria direto à caixa de máxima eficiência — e esta é a **corneta** — seja no canto da parede, seja a nova e excelente "W" *horn* cujo projeto poderá obter escrevendo para a JBL e citando-me como indicador (procure endereço em meu artigo de Sonorização de Grandes Ambientes na NE de dezembro de 1979), seja a Klipschorn. A corneta é a solução para fazer um alto-falante nacional valer por quatro ou mais.

Nova pausa... Já 20 páginas manuscritas lá se vão, e o artigo começa a tomar corpo. São cinco horas da tarde, início de verão no Rio de Janeiro e o sintonizador de FM comanda meu som, enquanto escrevo; as crianças e Ana Maria conversam e cantam, e o papagaio assobia. É um dos poucos sujeitos que conheço que assobia melhor do que eu. ...

Se escrevesse artigos, acho que escreveria também melhor do que eu, pois também fala e bem mais... Descre-

veria a floresta amazônica ou o Ceará, de onde deve ter vindo. Assunto talvez melhor que o meu, também... Em todo caso, prosseguirei, rendendo as devidas homenagens a carinhosa avezinha verde e amarela que vive solta aqui pela casa, sendo-lhe apenas proibido chegar e provar os cones de meus queridos alto-falantes.

Por falar em alto-falantes, há muita coisa ligada a eles que tem a ver com este artigo, ainda. Procurando colocar-me em seu lugar, devo considerar que, se desejasse informação sobre equipamento residencial de som de qualidade média ou baixa, bastaria ir a uma das muitas lojas do ramo e conhecer o que existe em nosso mercado. Os vendedores demonstrariam com prazer as combinações possíveis para os diferentes tipos de aparelhos e seus preços, bem como a maneira de interconectá-los. Vários artigos, também, já foram publicados na NE, inclusive mostrando tabelas comparativas com dados dos fabricantes, testes, preços, etc. de quase tudo o que existe no mercado. Como você acaba de adquirir uma revista especializada em eletrônica, suponho que deseje **algo mais**. Uma boa dica, caso não conheça, será obter as revistas anteriores, da Nova Eletrônica, que tragam meus artigos do "Curso de Áudio". Estes orientam a respeito da utilização de equipamento de Áudio em geral e trazem o ABC prático e teórico sobre a propagação do som.

Um dos ítens mais constantemente trazidos à tona nesses artigos é a importância do alto-falante e do transdutor em geral dos sistemas de áudio, justamente por suas deficiências serem muito mais sérias que as do resto do sistema.

Alto-falante... alto-falante... alto-falante... alto-falante... Um imenso cone negro, corrugado em dezenas de círculos concêntricos ao redor de um domo também negro, qual disco voador de papelão pesado, transparente, oscilando para dentro e para fora, vem chegando, crescendo, tomando as dimensões do horizonte, todo um universo de vibração que chega, envolve e passa, para se perder novamente na distância, em silêncio... De lá surgirá um dia o Sucessor, uma esfera luminosa, iônica, atômica, holográfica; um LASER multicor e multiforme, envolvente, suave e potente, total! Onde estará encarnada a alma privilegiada pela intuição, a manifestá-lo?!!! Quem me dera poder!

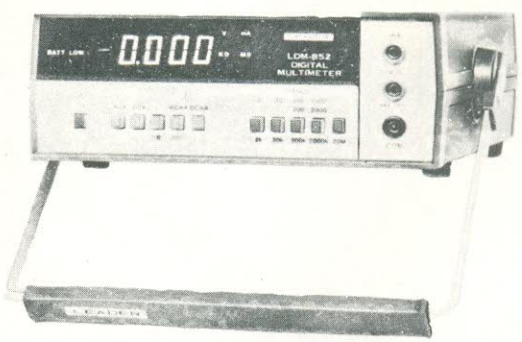
LEADER

TESTE TRANSISTOR
MODELO "*LTC 907*"

- **Injetor Sinal — Traçador**
- **Tipos PNP/NPN — Diodos — FET**
- **Sinal Injetor TV — FM — SW — IF**
- **Atenuador Modulação**

MULTÍMETRO DIGITAL
MODELO "*LDM 852*"

- **4.1/2 Dígitos alta estabilidade**
- **Volt. ACDC 1000V 4 Faixas**
- **Corr. ACDC 2000MA**
- **Resistores 20MH 5 Faixas**
- **Indicação Over — Bateria**



Av. Rio Branco, 301 — Fones: 220-3811
221-0754 — 222-7122 • Caixa Postal 8725
Endereço Telegráfico: ETERSON
ou nas boas casas do ramo.
— São Paulo —

Deixo de lado, por enquanto, os aparelhos de "alta criatividade", para apresentar um tópico importante no sistema de som residencial de qualidade, sem o estudo do qual a própria fidelidade será impossível e, muito menos, a "criatividade"

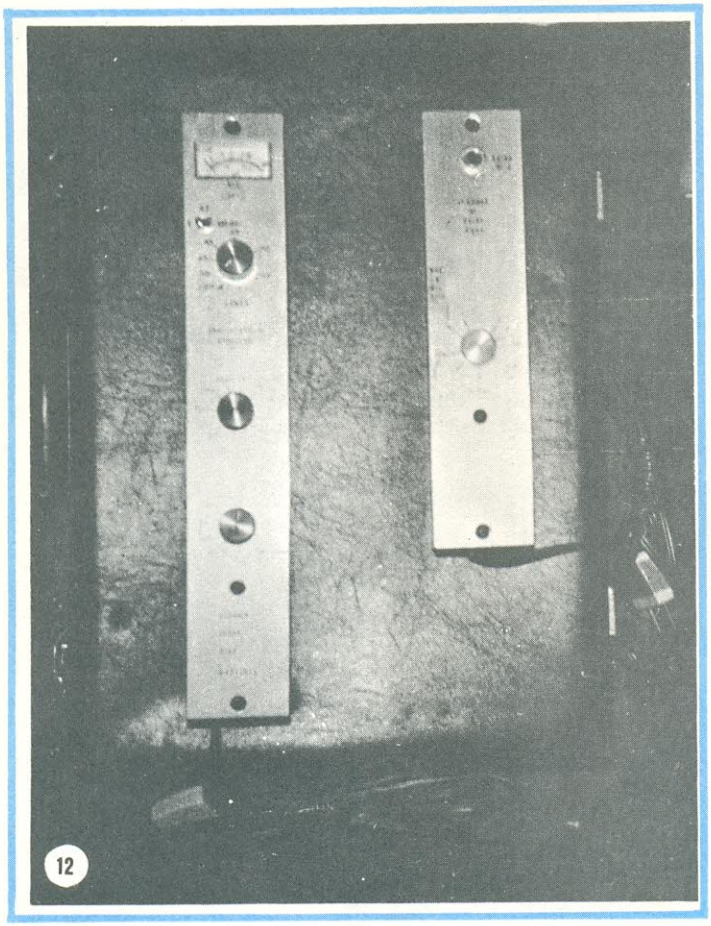
EQUALIZAÇÃO E EQUALIZADORES

Justamente por causa dos famigerados alto-falantes e do ambiente acústico em que se encontram, **é necessária a equalização**.

A função principal dos equalizadores nos sistemas residenciais liga-se mais a fidelidade que a criatividade. Num estúdio de gravação são utilizados com o intuito de produzir ou recompor, individualmente, os timbres dos diversos instrumentos. Na residência, pouco ou nada podem fazer neste sentido, pois o programa já vem todo misturado, em dois canais. Resta-lhes, pois, a função de produzir, o mais exatamente **ao contrário** possível, a curva de resposta a frequências sempre irregular, característica do sistema de som, incluídos todos os seus dispositivos e, principalmente, as caixas acústicas e o ambiente em que se encontram.

Equalizadores não fazem milagres e, a maneira correta de utilizá-los será fazer o possível com o ambiente, as caixas de som, os alto-falantes, a cápsula do toca-discos, o braço e todo o sistema, para que não tenhamos de usar os equalizadores ou fazê-lo o **mínimo possível.**

Sobre o ambiente, lembrando-nos dos dois sistemas de alto-falantes apresentados no início do artigo; de radiação frontal e de radiação refletida, percebemos que poucas residências terão acomodações para separarmos um quarto e transformá-lo em câmara anecóica. Muito melhor será tratá-lo acusticamente como indiquei em detalhes no Curso de Áudio, lição nº 9, de maneira a reduzir a excessiva reverberação sem tornar a sala "morta", atacando principalmente a região de ressonância dos graves, ao invés de encher a sala de absorvente acústico, indiscriminadamente. Um serviço bem feito, com o uso de alguns absorvedores acústicos para os graves como os que indiquei no referido Curso, e a mobília normal de uma sala convencional, mais a utilização do sistema híbrido de caixas acústicas e *subwoofers* produzirá excelentes resultados.



Gerador de ruído rosa e analisador de espectro construído por CCDB.

Montado o sistema de som, escolhidos os tipos de caixa quanto a radiação e suas posições, tratado o ambiente acusticamente, podemos projetar o sistema quanto a divisão das frequências, levando em consideração a bi-amplificação, ou tri, ou multi-amplificação das caixas de radiação direta.

Supondo que tenham escolhido também o tipo de sistema quanto a divisão de frequências, levando em consideração o que apresentei no artigo "Sonorização de Grandes Ambientes..." da NE de dezembro de 1979 e também no Curso de Áudio, quanto à **fase** no ponto de **crossover**, sistema Bang & Olufsen, e artigo de Leonard Feldman, que se aplica completamente aos sistemas de sonorização residencial, podemos enfim passar a equalização do ambiente.

Empresas nacionais produzem "equalizadores gráficos" de 10 faixas, que servem para equalizar de maneira geral o ambiente, no intuito de obter uma resposta razoavelmente plana e a fidelidade que tende a acompanhá-la.

Os equalizadores gráficos possuem um controle tipo potenciômetro deslizante, para cada uma das 10 ou mais faixas de frequência em que é dividida toda a gama de Áudio, desde os mais graves até os mais agudos. Tenho confeccionado diversos, que instalado em minhas mesas de som, ou em equipamento residencial, com ótimos resultados. O tipo mais comum tem as faixas separadas por uma oitava, ou melhor, uma nova faixa para cada vez em que se dobra a frequência, começando em 30 Hz para o primeiro controle, passando por 60, 125, 250, 500, 1 k, 2 k, 4 k, 8 k e 16 k Hz para o último controle.

Na figura 3 pode-se ver um equalizador gráfico de minha construção entre as caixas de som de radiação frontal e posterior.

Um equalizador gráfico, no entanto, muito dificilmente será ajustado "de ouvido" numa forma correta e o comparador de tal equipamento, nacional ou estrangeiro, acabará frustrado ao ver que apenas os controles dos extremos da faixa acabarão sendo utilizados numa regulagem "a ouvido" que produza algum efeito útil, voltando a usar os controles de graves e agudos comuns, de seu sistema.

O equalizador gráfico é feito para ajustar e **deixar fixo** na posição correta e não para corrigir cada nova programação. Ele deve ser ajustado como um **espelho**, com resposta inversa à do sistema para torná-lo "plano".

GERADOR DE RUÍDO ROSA E ANALISADOR DE ESPECTRO

Para poder ajustar um equalizador gráfico **é necessário** utilizar, na instalação do sistema de som, um gerador de ruído rosa e um analisador de espectro. Projetei e construi um par desses aparelhos para meu uso e tenho construido, para outros técnicos, pares semelhantes. Veja a figura 12.

O gerador de ruído rosa que produz um ruído que contém todas as frequências de áudio, com amplitude igual em cada faixa, de oitava em oitava. Esse ruído, injetado no pré-amplificador do sistema de som, antes do equalizador gráfico, passa pelos divisores eletrônicos de frequência, caso existam, pelos amplificadores de potência, pelas caixas acústicas e atingem o ambiente, sofrendo todas as alterações de resposta que esses fatores provoquem, chegando então a um microfone, que tem de ter a curva de resposta o mais plana possível e conhecida, e direcionalidade

equivalente por toda a faixa de frequências. É um microfone sempre dispendioso, mas pode ser alugado para esse fim. A "B & K" produz microfones de alta qualidade para tais medições, bem como o resto do equipamento, mas um microfone comum, como o Altec, *eletret condenser*, com a curva individual acompanhando a unidade, quebra perfeitamente o galho como curva de referência e, mesmo um "Sony ECM 22P ou 33P" relativamente barato, servirá muito bem (85 dólares).

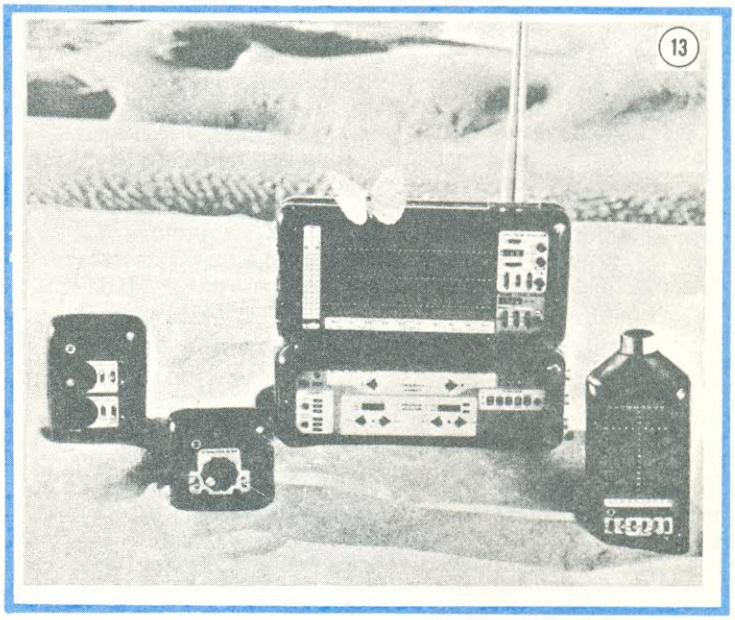
Passando pelo microfone, o sinal de ruído rosa, alterado pela resposta do sistema chega ao analisador de espectro que mostra, mais ou menos sofisticadamente, conforme seu preço, a curva de resposta do sistema como um todo. O aparelho que construo para esse fim, indica, faixa por faixa, com o auxílio de chave comutadora manual e um "VU Meter", quantos decibéis você deverá deslocar para incrementar ou atenuar aquela mesma faixa no potenciômetro deslizante de seu equalizador gráfico, obtendo a resposta mais plana possível do sistema.

Existem aparelhos mais sofisticados, das grandes empresas produtoras de sistemas áudio de análise, os "Real Time Analizers", mas, a não ser pelo "Spectrum Analizer" da Crown, que custa 2000 dólares e é talvez o mais barato aparelho com tubo de raios catódicos desse tipo, os demais geralmente estão fora do alcance prático de quem costuma ler artigos como este.

A figura 13 mostra, no entanto, um grupo de analisadores de áudio da marca "IVIE", bem mais acessível, cujo custo do par, gerador de ruído rosa mais analisador de áudio de 10 faixas, está ao redor de mil dólares. Podem ser encontrados no "Music Emporium" 1150 Rockville Pike, Rockville Maryland 20852 (301) 340-1480 e 242-1696.

O par indicado tem os modelos "IVIE IE — 20 A Pink Noise Generator" e "IVIE IE 10 A Real Time Audio Analizer". Custam respectivamente 215 e 750 dólares.

Os equalizadores gráficos, mesmo os de 1/3 ou até 1/6 de oitava (que possuem 3 a 6 controles por oitava e portanto 30 a 60 controles cada) são incapazes, no entanto, de compensar **vales** na resposta devido a cancelamento entre alto-falantes por motivo de desvios de fase na região ou regiões de *crossover* ou pelo posicionamento relativo. Cuidado, pois! "Puxar" a equalização nesses casos acabará até por destruir os alto-falantes que, por definição, estão trabalhando "uns **contra** os outros" e jamais poderão produzir níveis de som apreciáveis nestas condições.

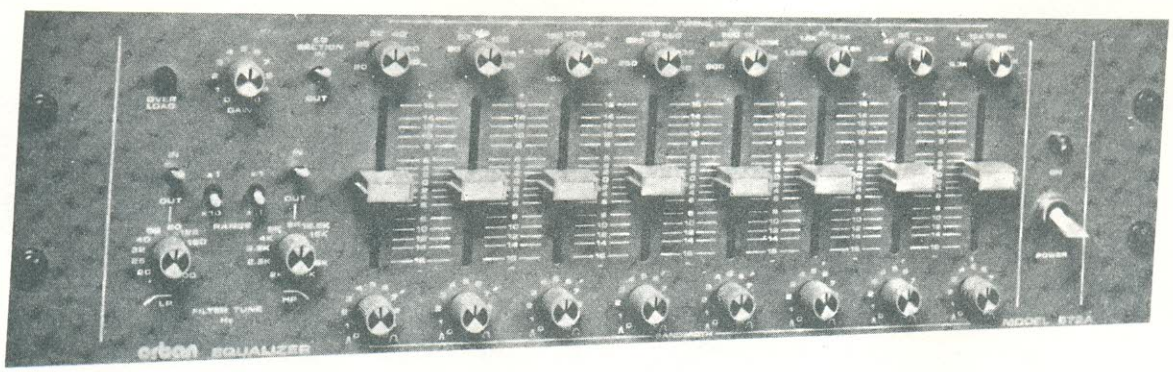

13

Também os equalizadores gráficos não poderão dar conta de picos muito estreitos na resposta, principalmente quando localizados nas regiões **entre** as frequências centrais de equalização dos controles gráficos. Neste caso são necessários os equalizadores **Paramétricos** como os que construi e aparecem junto aos equalizadores gráficos na foto da figura 3. Acredito ser o primeiro ou dos primeiros a confeccionar esse tipo de aparelho em nosso país.

Os equalizadores paramétricos mais cotados no exterior são da marca "ORBAN", como o que aparece na figura 14. Orgulho-me de os que tenho construído superarem todos os seus parâmetros!

Um equalizador paramétrico possui uma ou mais seções, cada qual com três controles que, todos os três, de maneira contínua e linear, modificam os seguintes parâmetros de equalização:

1 — a frequência
2 — a amplitude, nessa frequência
3 — o "Q", ou frequência sobre largura de banda a menos 3 dB


14

Equalizador paramétrico.

Ao contrário do equalizador gráfico cujas frequências são fixas, o paramétrico pode ser sintonizado com precisão em qualquer frequência. Isto é feito pelo controle nº 1.

Escolhida a frequência, ela pode ser incrementada ou atenuada em amplitude pelo controle nº 2. O controle nº 3 permite que a atuação do controle nº 2 se faça apenas na frequência escolhida ou vá se alargando pelas frequências ao redor da frequência central, numa curva estreita (Q alto) ou larga (Q baixo). Como se pode perceber, um equalizador gráfico acrescido de um paramétrico verdadeiro (com os três parâmetros controláveis) é "o que há de bom" e sinergístico para equalizar ambientes! Existem equalizadores híbridos, semi-paramétricos, como os gráficos da Crown, mas estes não possuem o controle de "Q" e são úteis, mais incompletos. Para quem desejar o endereço da ORBAN aqui vai:

"ORBAN Associates, Inc.
645 Bryant St.
San Francisco, CA 94107.
(415) 957-1067"

Devo acrescentar, para concluir esta seção, que o ajuste de equalizadores, mesmo com o auxílio de aparelhos, tem os seus "macetes". Não se deve trabalhar "incrementando" mas de preferência "cortando" as faixas de frequência, para evitar "ringing" (ressonâncias), além dos males já descritos, provocados por falantes fora de fase. Deve-se acompanhar e produzir contornos suaves, nunca abruptos, nas curvas de equalização, em relação à resposta do sistema. Deve-se principalmente OUVIR crítica e demoradamente, e com pausas para descanso, o sistema, pois o ouvido **É** o juiz final.

Trinta páginas já manuscritas e sinto ter apenas arranhado a superfície do assunto... "Sonorização de Ambientes Residenciais no Brasil, em 1980..."

Já é noite e a janta vai sair! Continuarei a seguir. Esteja conosco neste (naquele?) momento e prove os quitutes que Ana Maria prepara... Novas idéias eles deverão produzir em nossos estômagos para prosseguirmos, eu e você, na sonorização de nossos ambientes! Nos estômagos, sim, pois não somos como o Visconde de Sabugosa, cheios de idéias na barriga?! Tentarei fazer este artigo o menos indigesto possível, pois!

Sobre equalizadores, é o bastante, a não ser, novamente indicar o Audio Handbook da National, editado pela NE, e o artigo de Ethan Winer, "The art of Equalization", da revista Popular Electronics, August 1979, para os principiantes e para as teias de aranha. ■

Os Catarinenses já não tem problemas para comprar Kits Nova Eletrônica e componentes

RADAR

Eletrônica Radar Ltda.
Rua General Liberato Bitencurt Nº 1.999
Florianópolis
tel.:44-3771

DESISTA DE PROCURAR!
O QUE VOCÊ PRECISAR EM ELETRÔNICA ESTÁ NA
RÁDIO ELÉTRICA SANTISTA LTDA.

REVENDEDORES AUTORIZADOS EM TODO ABC

SCHRACK • SEMIKRON • SIEMENS • PEXTRON • MOTOROLA • IBRAPE
RCA • TEXAS • PHILIPS • PHILCO • SANYO • SYLVANIA • NOVIK • DELTA
CONSTANTA • JOTO • WHINNER • ENÉR • SELENIUM • LABO • MALLORY
AMPLIMATIC • ETC

DISTRIBUIDORES DOS KITS NOVA ELETRÔNICA

MATRIZ:
Rua Cel. Alfredo Flaquer, 110 — Santo André
Vendas — Fone: 449-6688 (PABX)
Inscr. 626.020.510

FILIAL 1:
Av. Goiás, 762 — Fones: 442-2069 e 442-2855 — São Caetano do Sul
Inscr. 636.012.510

FILIAL 2:
Rua Marechal Deodoro, Lojas 10/11 — C. Anchieta — Fones: 442-3299 e 448-7725
São Bernardo do Campo — Inscr. 635.006.960 — Prédio próprio.

VENDAS PELO REEMBOLSO POSTAL E AÉREO sofrem um acréscimo de Cr$ 70,00 para despesas, nas compras abaixo de Cr$ 1.000,00

multiplique a capacidade do seu osciloscópio por 4.

ILUSTRAÇÃO DE EDUARDO MANZINI

Os osciloscópios mono-feixes mostram-se cada vez mais inadequados nas tarefas de teste ou manutenção dos equipamentos modernos. Isso não se deve à baixa qualidade do osciloscópio, existem mono-feixes de grande sensibilidade e resolução. Sua inadequação vem do fato de que um osciloscópio mono-feixe só pode analisar um sinal por vez, ou seja, não há possibilidade de se analisar dois eventos simultaneamente com o instrumento. Muitos equipamentos digitais ou mesmo de telecomunicações necessitam, porém, de testes e análises em mais de um ponto por vez.

Diante desse dilema, o técnico pode fazer duas coisas: ou jogar fora o seu osciloscópio mono-feixe e comprar um outro com mais recursos, ou tentar adequar o seu mono-feixe às exigências modernas.

Para aqueles que escolheram a segunda opção, o presente artigo pode-lhes ser bastante útil, pois trata de um circuito que transforma um osciloscópio mono-feixe num quadri-feixe por meio de uma série de circuitos integrados absolutamente confiáveis como o 741, o 7400, o 4016 e outros. Para aqueles que escolheram a primeira opção, a de comprar um osciloscópio multifeixe novo, recomendamos, antes de qualquer coisa, uma cuidadosa análise deste artigo porque, afinal, se for possível economizar alguns milhares de cruzeiros com os mesmos resultados de um aparelho novo, a idéia não é de se desprezar assim, sem mais nem menos.

Existem, no interior dos osciloscópios duplo-feixe ou multi-feixe, circuitos similares ao que vamos discutir neste artigo. Todo osciloscópio multi-feixe tem um único tubo de raios catódicos e para que surjam mais de um feixe na tela são necessários os circuitos conhecidos como comutadores.

Neste artigo apresentamos um comutador de 4 entradas, isto é, permite a análise de 4 sinais simultaneamente num osciloscópio mono-feixe ou de oito sinais simultâneos num osciloscópio duplo-feixe e assim por diante.

Enquanto os aparelhos multi-feixe são bem custosos, com uma verba não superior a Cr$ 300,00 você poderá construir este multiplicador de recursos de um osciloscópio.

Análise do circuito

O esquema completo do comutador de 4 entradas pode ser visto na figura 1. Circuito que é capaz de desenvolver a tarefa de comutação mantendo a impedância de entrada do aparelho em torno de 1 MOhm.

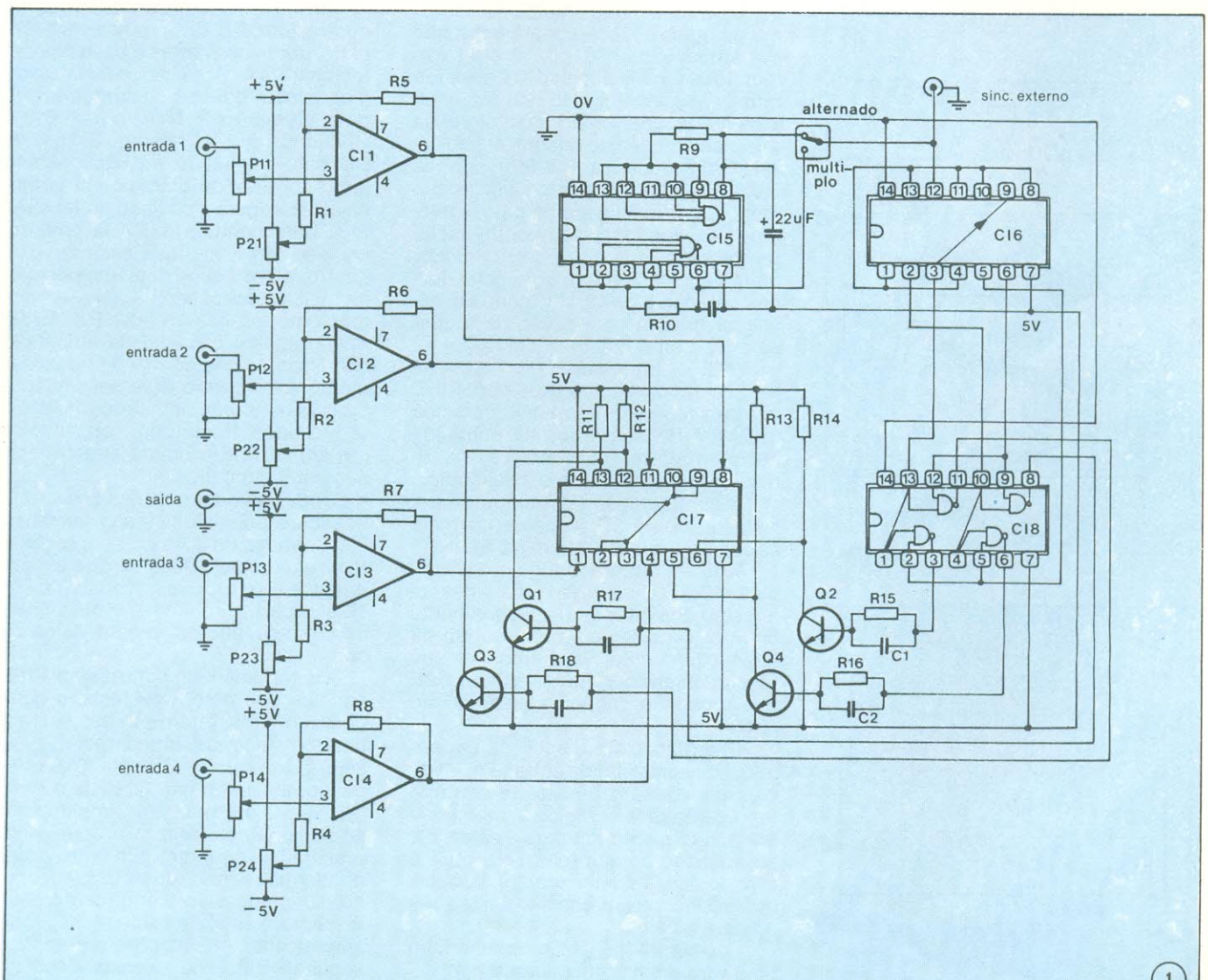
Antes de procedermos a uma análise global do circuito, achamos conveniente uma breve descrição dos circuitos integrados nele usados. Ao todo são oito circuitos integrados sendo que quatro deles são os conhecidos operacionais 741, os outros são integrados lógicos da família TTL em número de três e o último é um CMOS, o 4016.

741 — certamente o mais conhecido e usado amplificador operacional. Pode ser encontrado tanto em encapsulamento metálico como plástico. Na ilustração da figura 2 mostramos o diagrama deste integrado com a discriminação dos pinos num encapsulamento metálico. Esse integrado requer alimentação duplas (+ V e -V). Devido às suas características: alta impedância de entrada (acima de 1 MOhm), alto ganho (valor típico de 200.000), baixa impedância de saída; o 741 simplifica bastante o projeto de amplificadores de baixa potência, de comparadores, circuitos integradores e diferenciadores etc..

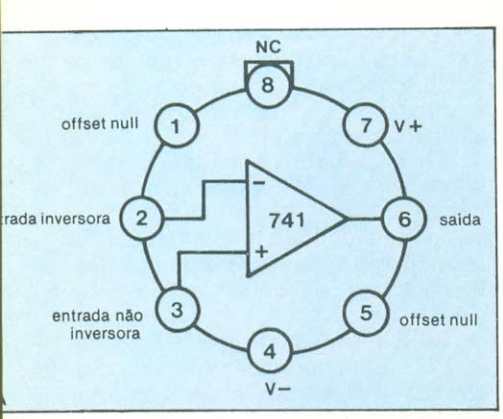
No circuito do comutador para osciloscópios o 741 está sendo usado como um amplificador inversor. Graças a ele o circuito mantém uma alta impedância de entrada e praticamente nenhuma atenuação em frequência.

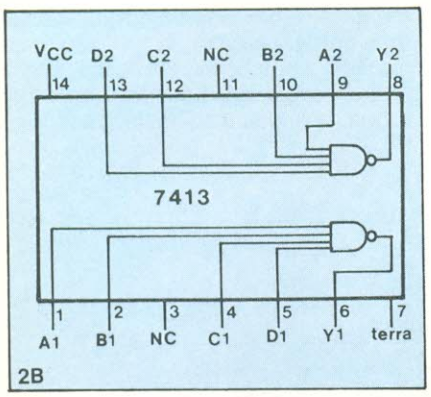
7413 — integrado lógico da família TTL. Como se pode observar na figua 2B, o integrado é composto de duas portas NE Schmitt Trigger. O fato de se usar porta NE Schmitt Trigger, e não as portas NE normais aumenta a velocidade de comutação de uma entrada para outra no circuito comutador, pois são essas as portas responsáveis pela base de tempo cuja forma de onda de saída deve ser precisa.

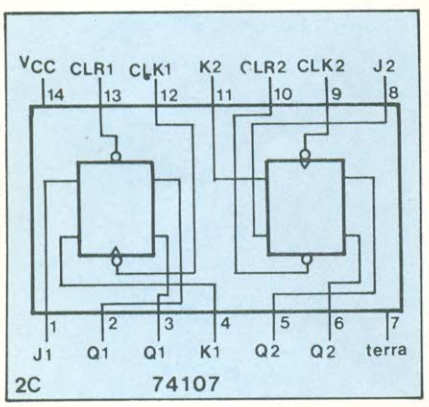
74107 — integrado lógico da fa-

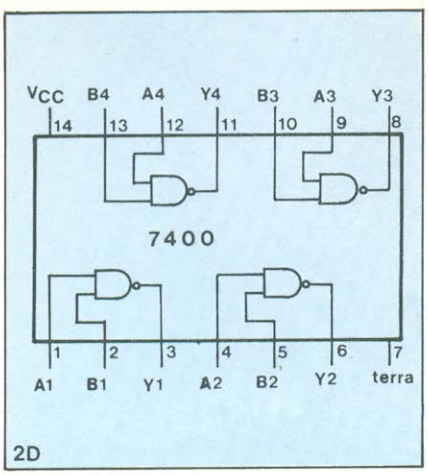


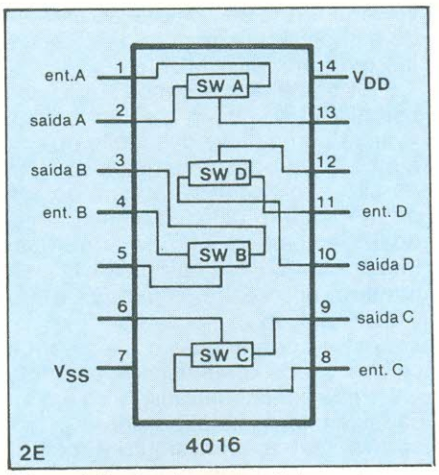
Esquema completo do quadruplicador de feixe integrado.











Disposição de pinos dos integrados usados na montagem do comutador.

mília TTL dispondo, em seu interior, de dois flip-flop JK mestre-escravo com terminal limpador (clear). A figura 2C mostra o diagrama desse integrado.

Com uma olhada rápida no esquema da figura 1, você poderá notar que os terminais 1, 4, 8, 10, 13 e 14 são mantidos em nível lógico 1. Esses terminais são as entradas dos flip-flops e os limpadores (*clear*). Isso significa que a cada pulso de relógio (clock) haverá uma mudança nos terminais de saída (Q1 e Q2). O pino 3, saída do primeiro flip-flop é ligado ao pino 9, relógio do segundo. Nessa configuração o integrado atua como um contador de módulo 4. Como relógio geral desse contador, pino 12, vai ligado um oscilador interno com opção de trigger externo, como mostra a figura.

7400 — integrado lógico da família TTL. É constituído de 4 portas NE controladas pelos terminais de saída do 74107. Por sua vez o 7400 comanda os interruptores que liberarão os sinais para a entrada do osciloscópio.

A configuração do 7400 pode ser vista na figura 2D. Trata-se do mais popular integrado da família 74.

4016 — integrado lógico da família CMOS. Talvez seja o mais desconhecido dos integrados usados neste projeto. Trata-se de um interruptor bilateral quádruplo. Para entender seu funcionamento, observe a figura 2E que mostra o esquema genérico do 4016.

Cada bloco Ch dispõe de um terminal de saída, um de entrada e um de controle. Caso a tensão de controle represente o nível lógico 1, o sinal de entrada é transferido para a saída, caso a tensão de controle represente o nível lógico 0, o interruptor é bloqueado e o sinal de entrada não é transferido para a saída.

Os integrados CMOS apresentam uma vantagem particular sobre as demais famílias: faixa de tensão de alimentação bem ampla. (no caso do 4016 ela pode variar dos 3 até o 15 volts). É por esse motivo que esse integrado é compatível com circuitos da família TTL.

Para concluir nosso desfile de integrados, vamos dar algumas aplicações deste 4016:

— Chaveamento e multiplexagem de sinais analógicos.

— Chaveamento e multiplexagem de sinais digitais.

— Implementação de circuitos lógicos CMOS.

Conversão digital/analógica — analógica/digital.

— Controle digital de frequência, impedância, fase e ganho.

No comutador para osciloscópios o 4016 está sendo usado para chaveamento de sinais analógicos.

Depois dessa rápida análise dos integrados usados neste circuito parece que estamos aptos a uma descrição um tanto mais aprofundada do circuito. Vamos a ela:

De início podemos notar que as quatro entradas são injetadas nos amplificadores inversores à base do operacional 741. Cada um desses estágios possui dois potenciômetros. Os potenciômetros P1N (P11, P12, P13 e P14) todos de 1 MOhm regulam o nível DC que é injetado ao osciloscópio junto ao sinal de entrada; em outras palavras, regula a posição do feixe na tela. Sem nenhum sinal na entrada, pode-se fazer com que cada um dos quatro feixes ocupe qualquer posição na tela do osciloscópio. Os outros potenciômetros, os P2N (P21, P22, P23 e P24), regulam o ganho do amplificador. Na condição normal de funcionamento esse ganho deve ser unitário, ou seja, os potenciômetros totalmente fechados. Porém, uma opção para um ajuste fino é obtida através desses potenciômetros.

Todas as quatro saídas dos amplificadores operacionais são injetadas nas entradas do 4016 (interruptor bilateral quádruplo). Observe que as saídas dos interruptores, pinos 2, 3, 9 e 10 são curto-circuitadas e esse grande curto-circuito é a própria saída do comutador.

Os terminais de controle do 4016, aqueles que abrem ou fecham qualquer um dos interruptores, liberam um dos sinais de entrada por vez, ou seja, o interruptor Ch1 do 4016 é fechado, liberando para a saída o sinal de saída do primeiro amplificador operacional, ou seja, o próprio sinal presente na entrada 1. Em outro período idêntico o interruptor Ch2 é fechado, liberando para a entrada do osciloscópio o sinal de saída do segundo amplificador operacional, ou seja, o segundo sinal de entrada e assim também com os outros dois canais.

O restante do circuito, formado

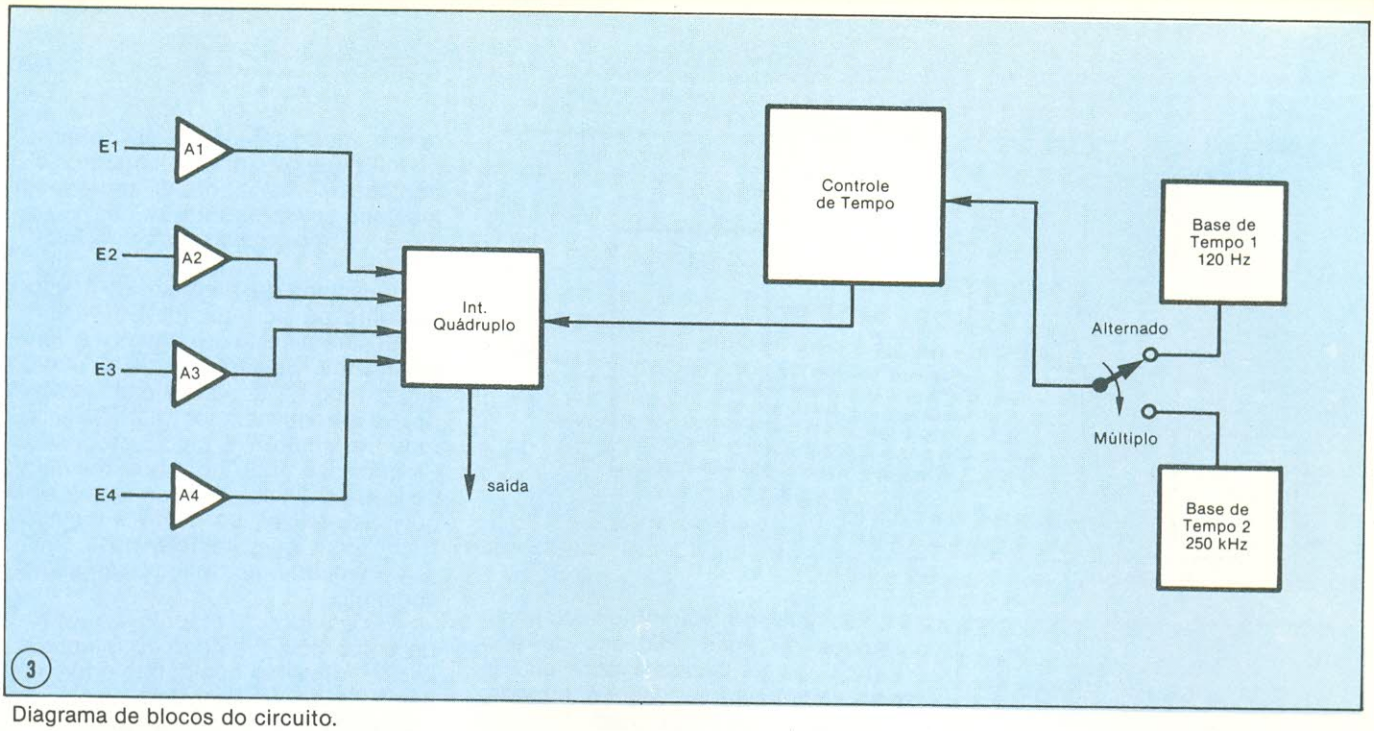


Diagrama de blocos do circuito.

pelos integrados da família TTL, são os dispositivos de controle de tempo para o interruptor bipolar quádruplo (4016). O diagrama de blocos da figura 3 mostra esquematicamente como atuam esses dispositivos de controle de tempo no circuito do comutador.

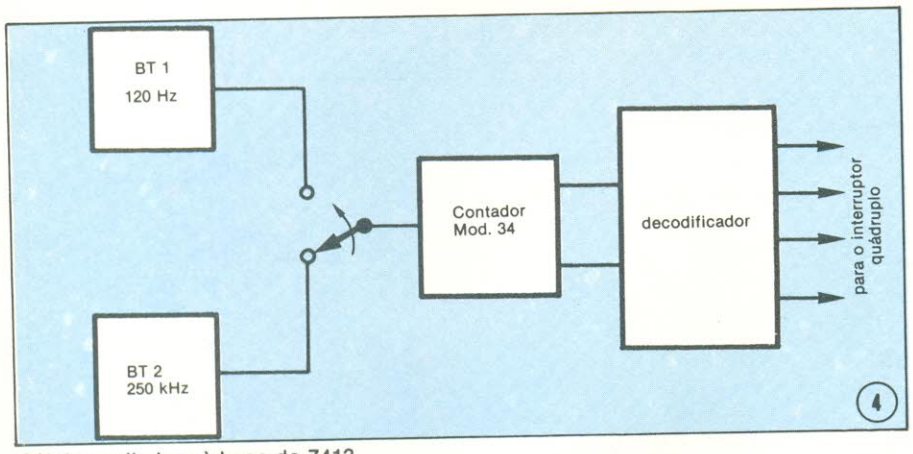
Comandado por dois osciladores, o bloco de controle de tempo libera ou retém os sinais presentes em cada uma das entradas do interruptor quádruplo.

▶

DIGITAL CADA UM TEM UMA.
MAS A NOSSA É MELHOR.
PORQUE TEM UM ESTOQUE
COMPLETO E VARIADO DE
COMPONENTES ELETRÔNICOS
E DOS KITS NOVA ELETRÔNICA.

DIGITAL
Componentes Eletrônicos Ltda.

Rua Conceição, 377/383 — Porto Alegre, RS
Fone: (0512) 24-4175
TELEX 0512708 DGTL BR



Célula osciladora à base do 7413.

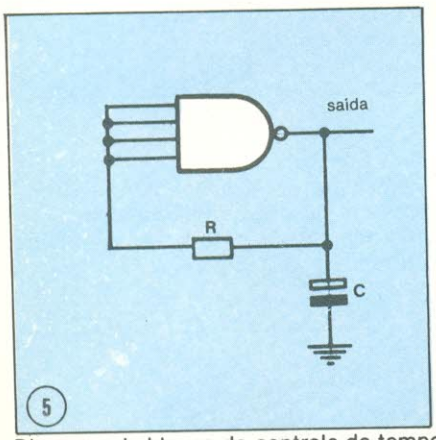


Diagrama de blocos do controle de tempo.

Como já sabemos, o circuito de controle de tempo deve liberar um dos sinais por vez. Para executar tal tarefa, um circuito lógico formado por um contador de módulo 4 e um decodificador é usado. O diagrama de blocos da figura 4 mostra o seu funcionamento.

Os pulsos vindos de um dos dois osciladores serve como relógio (*clock*) do contador módulo 4. As saídas Q1 e Q2 desse contador apresentam a cada 4 pulsos saídas do tipo 00, 01, 10 e 11; ou seja, 4 estados lógicos distintos que podem ser decodificados para daí acionarem as chaves do interruptor quádruplo.

Os osciladores internos são constituídos de duas unidades do tipo 7413. Cada unidade está representada na figura 5. Cada oscilador é formado, então, de uma porta, um resistor e um capacitor. De acordo com a frequência de saída desejada, são escolhidos os valores de R e C.

No nosso comutador, um dos osciladores foi projetado para trabalhar numa frequência de 120 Hz e o outro numa frequência de 250 Khz. Cada um dos osciladores determina um modo de funcionamento do comutador.

Com a chave conectando o oscilador de 120 Hz, o modo de funcionamento é o alternado. Nesse modo, cada sinal é exposto na tela numa determinada fração de tempo e bloqueado nos outros 3 períodos restantes. A foto da figura 6A ilustra o que acabamos de dizer. Esse efeito ocorre devido à baixa frequência do oscilador. Tal frequência ainda é dividida por 4 no contador. Se sinais de frequência superior a 1 kHz, por exemplo, forem injetados na entrada, alguns ciclos de cada sinal serão liberados e, depois, sumariamente cortados, dando, como resultado, uma amostragem semelhante à foto apresentada.

Com a chave conectando o oscilador de 250 kHz, o modo de funcionamento é o múltiplo. Nesse modo, cada sinal é chaveado numa fração de tempo muito rápida, de tal forma a permitir que os sinais sejam vistos simultaneamente. A foto 6B mostra os mesmos sinais da foto 6A com o comutador trabalhando no modo múltiplo.

A escolha de um modo de funcionamento ou de outro deve levar em conta a frequência dos sinais a serem analisados. Se a frequência for muito alta, o modo alternado é mais indicado. Se a frequência for muito baixa, o modo múltiplo é o mais apropriado. Frequências altas no modo múltiplo deixam os sinais entrecortados e frequências baixas no modo alternado fazem com que, na tela, cada sinal não complete ao menos um ciclo completo.

O contador de módulo 4 é formado pelos dois flip-flops do integrado 74107. A ligação que define o funcionamento desse integrado como um contador é aquela que vai do pino 3 ao 9 (saída do primeiro flip-flop ao *clock* do segundo). Trata-se de um contador assíncrono, portanto.

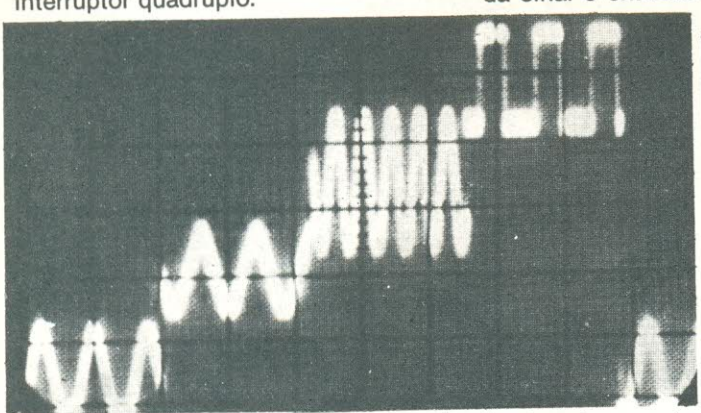
As saídas Q1 e Q2 e seus respectivos complementos $\bar{Q}1$ e $\bar{Q}2$ servem como entradas para o decodificador, formado pelas 4 portas NE do integrado 7400. Cada uma das quatro saídas do decodificador são acopladas a células transistorizadas que servem como *interface* entre o decodificador e o interruptor quádruplo. Essas *interfaces* se fazem necessárias devido às exigências de corrente do integrado 4016.

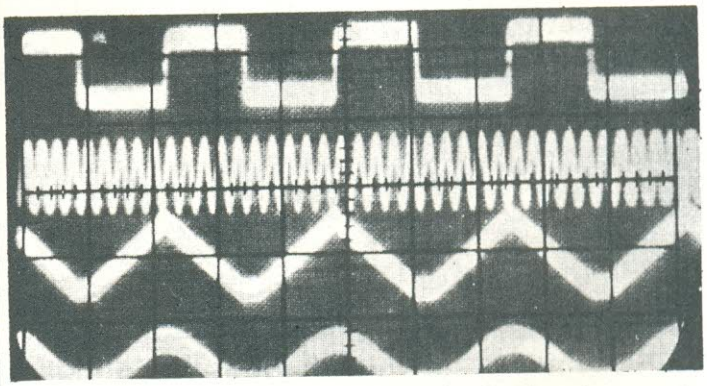
A alimentação do circuito (+ 5 volts e - 5 volts) pode ser conseguida no próprio osciloscópio ao qual o comutador for instalado, ou através de uma fonte externa.

A montagem

A placa de circuito impresso vista pelo lado dos componentes se encontra na figura 7. As entradas estão numeradas de 1 a 4.

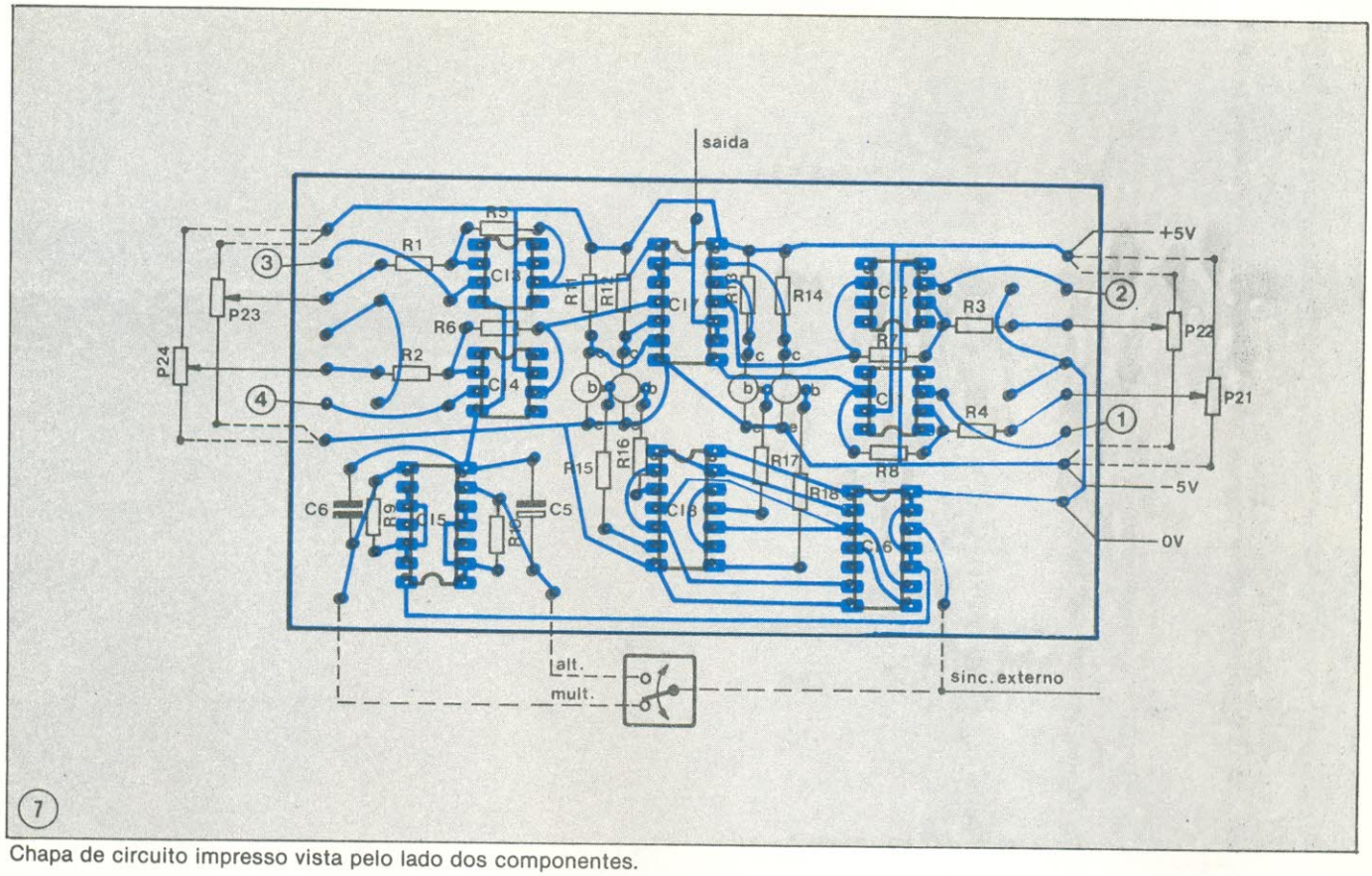
O circuito pode ser acomodado numa caixa plástica, tendo na parte superior os *jacks* de entrada (BNC ou do tipo mais comum em sua bancada) com os respectivos potenciômetros





6 (A) sinais na tela do osciloscópio com o circuito atuando no modo Alternado.

(B) sinais na tela do osciloscópio com o circuito atuando no modo Múltiplo.



Chapa de circuito impresso vista pelo lado dos componentes.

de controle, além da chave de escolha do modo de funcionamento.

Caso, porém, você disponha de um osciloscópio com algum espaço interno, a adaptação pode ser feita no próprio osciloscópio.

Na montagem da placa de circuito impresso, caso você tenha algumas dúvida com respeito à disposição de pinos dos integrados, consulte novamente a figura 3 e lá você poderá dirimi-la. É bom sempre ter em mente esta dica:

Olhando por cima um integrado, com a marca ou chanfro à esquerda, o primeiro pino da parte inferior é o pino 1 e os demais estão dispostos no sentido anti-horário.

De acordo com a indicação, você poderá rapidamente identificar a distribuição de pinos do integrado.

No mais, a construção da placa de circuito impresso não apresenta dificuldades. O lay-out da placa pode ser conseguido com o negativo da figura 7.

Detalhes de operação

Uma vez instalado o circuito e ligados osterminais de alimentação convenientemente, o circuito está apto a operar.

A posição da calibração do circuito pode ser conseguida com todos os potenciômetros fechados (resistência nula). O circuito ainda dispõe de um terminal de sincronismo externo. Quando esse terminal for utilizado, os osciladores internos do comutador serão acionados de acordo com os pulsos presentes nesse terminal. Geralmente utiliza-se o sincronismo externo quando as figuras na tela não se fixam, todavia, se o osciloscópio for dotado de circuitos de sincronismo razoáveis, na maioria das vezes esse terminal não precisará ser usado.

E, finalmente, o modo de funcionamento é definido pelos sinais de entrada. Como já dissemos, se a frequência do sinal for muito alta, o modo deverá ser o alternado; se for muito baixa, o modo de funcionamento deverá ser múltiplo.

É possível, através dos potenciômetros P1N, sobrepor os sinais na tela para uma comparação direta entre sinais. ■

Relação de Componentes

Circuitos Integrados

CI 1 a CI 4 — 741
CI 5 — 7413
CI 6 — 74107
CI 7 — 4016
CI 8 — 7400

Transistores
Q1 a Q4 — BC 109 ou equivalente

Resistores
R1 a R8 — 47 kOhms
R9 e R10 — 330 Ohms
R11 e R14 — 1 K Ohm
R15 e R18 — 2,2 kOhm

Capacitores
C1 a C4 — 100 pF

Potenciômetros
P11 a P14 — 1 MOhm
P21 a P24 — 4,7 k Ohm

Diversos
jacks para as entradas
chave de dois polos (alternado/sincopado)

Pelos caminhos do Metrô de São Paulo

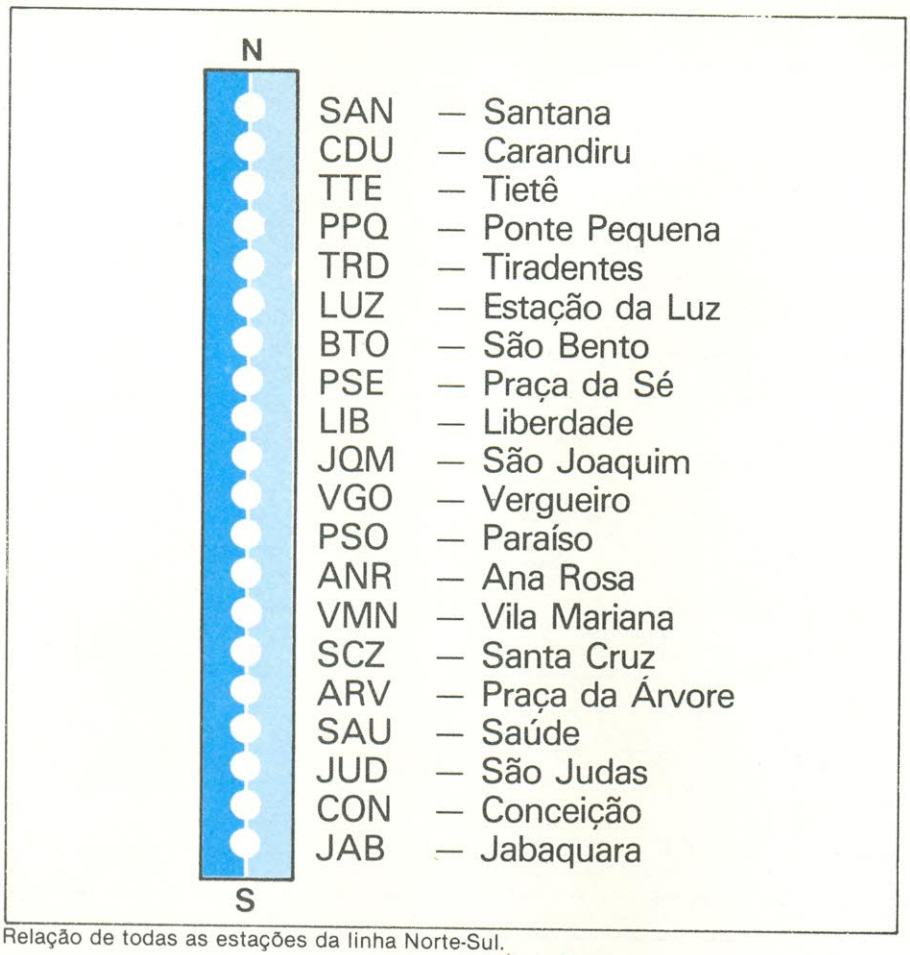
Por causa dele, parte da cidade mudou de cara. Casas foram desapropriadas, edifícios foram implodidos, novas avenidas foram abertas, grandes espaços foram reurbanizados e novas construções começaram a surgir, em muitos lugares, dando origem a estações, praças, terminais rodoviários, torres de ventilação. Mas não foi só o aspecto da cidade que mudou; os hábitos de boa parte da população, também. Principalmente os de transporte, mas os de lazer também, pois várias atividades culturais já foram promovidas em suas estações.

Todos adaptaram-se rapidamente a ele, apesar de ter surgido um pouco tardiamente em nosso país e ser, para nós, um meio de transporte diferente, inusitado. Ele se parece com um trem, mas é bem mais rápido e moderno; além disso, passa a maior parte do tempo em subterrâneos, só saindo de lá para atravessar os rios que cortam seu caminho. Como os trens, ele anda sobre trilhos e tem suas estações, sendo algumas subterrâneas e outras, elevadas.

Esse novo meio de transporte, responsável por tantas transformações, é o Metrô de São Paulo. Sua primeira linha, a Norte-Sul, que opera desde 1974, estende-se quase em linha reta por 17 quilômetros, abrangendo 20 estações e igual número de bairros da cidade. E exerce sua influência sobre vários outros, através de integrações com diversas linhas de ônibus, trens e automóveis. Sua capacidade atual permite transportar até 1 milhão de passageiros por dia, das 5 da manhã à meia-noite. A segunda linha, Leste-Oeste, já opera parcialmente, com duas estações, mas deverá englobar 24 delas, quando terminada.

O fato de ser bem posterior aos de várias grandes capitais do mundo representou uma grande vantagem para o nosso Metrô: planejado e construído em plena era tecnológica, ele contém o que há de mais moderno e seguro para um meio de transporte, como veremos ao longo desta reportagem. Na verdade, sua complexidade não permite que tratemos muito a fundo de todas as suas particularidades. A análise mais profunda de seus sistemas fica para eventuais artigos posteriores.

A função do Metrô, como sabemos, é a de transportar pessoas com rapidez, eficiência e segurança, o que parece bastante simples. Esse, porém, é apenas o miolo de um grande conjunto de sistemas e serviços necessários ao bom funcionamento do Metrô. É preciso considerar a circulação de pessoas pelas estações, que exige escadas rolantes, boa ilumina-



Relação de todas as estações da linha Norte-Sul.

ção, ventilação, detecção de incêndios, sistemas de avisos ao público; a comunicação entre homens e entre máquinas, que exige sistemas de rádio, telefonia, transmissão de dados; a perfeita sincronia de movimentação dos trens, que pede por um sistema automático, controlado por computador; a manutenção de todos os sistemas, que exige equipes treinadas e especializadas.

Para controlar tudo isso, com a máxima segurança, o Metrô dispõe de um Centro de Controle Operacional, Salas Técnicas, Salas de Supervisão Operacional, Pátio de Manobras, Oficinas. Todos esses locais estão em constante comunicação e interação entre si. Todos atuam em conjunto para assegurar que 17 quilômetros de linhas, ida e volta, transportem gente por baixo de prédios ou por cima de rios, sem problemas. Vamos ver como isso acontece.

Uma visão geral do Metrô

Pode-se dizer que, no metrô, tudo é automático, praticamente, desde os bloqueios de acesso às estações, até a movimentação dos trens. O controle pode ser exercido tanto de forma local, pelo equipamento localizado nas estações, como de forma centralizada, pelo CCO (vá se acostumando às abreviações, consultando o quadro "As siglas do Metrô").

Para se obter a automatização do movimento dos trens, dividiu-se a linha em pequenos trechos. Em cada estação do Metrô existe um local, chamado de Sala Técnica, que toma para si a responsabilidade da movimentação dos trens, nos trechos de linha próximos a ela. Assim, à medida que as composições se deslocam ao longo da linha, o controle vai passando de estação para estação.

Em algumas estações, apenas, chamadas de Mestras, existe uma Sala Técnica dotada de um sistema de proteção aos trens. Dessa forma, cada estação Mestra, além de cuidar da movimentação dos trens em seu trecho, é responsável pela proteção dos mesmos, tanto em seu próprio trecho, como no de algumas outras estações, que ficam sob sua "jurisdição", e passam a se chamar estações satélites. Atribuiu-se, a cada estação Mestra, o encargo de no mínimo duas e no máximo quatro estações satélites.

Centralizando todas as informações, o CCO observa tudo o que ocorre na linha, através de sua Sala Negra. Para lá convergem dados e informações de todas as partes do sistema e de lá podem partir comandos e decisões para qualquer ponto do mesmo. Sua função normal é supervisionar o sistema e realizar, através de seu computador, as chamadas estratégias de operação, tal como retardar ou acelerar um determinado trem, reduzir ou estender o tempo de permanência do mesmo numa estação, etc..

Em caso de necessidade, porém, ele pode intervir, em qualquer ponto da linha, através dos consoles da Sala Negra. E já que a comunicação é muito importante para a centralização de informações, o CCO tem a possibilidade de entrar em contato com o equipamento das estações ou da linha, com o pessoal encarregado de cada estação, com o público, com o pessoal da manutenção ou com os próprios operadores (condutores) dos trens, utilizando, conforme o caso, rádio VHF, telefonia, o sistema de transmissão de dados, o sistema de audição pública (PA) ou o sistema de CFTV.

O CCO centraliza ainda duas coisas: o recebimento e a validação de dados sobre os bilhetes de todas as estações, através de um computador especial (veja o quadro "A barreira dos bloqueios"), e as informações sobre toda a parte elétrica do sistema.

Todas as estações da linha Norte-Sul contam com uma sala denominada SSO, cuja principal função é manter contato com o público e supervisionar a estação. Para isso ela dispõe de monitores de TV, instalados junto à plataforma, normalmente, e de um sistema de aviso ao público. É claro que existe comunicação entre todas as SSO e o CCO, seja através de telefone, seja através de transceptores portáteis.

Em uma das extremidades da linha Norte-Sul, além da estação Jabaquara, existe uma grande área a céu aberto, que funciona como "garagem" para todos os trens, e chama-se Pátio de Manobras. É lá que as composições esperam sua vez para entrar em serviço e também onde recebem manutenção. Naquele local, o CCO não tem mais poder de supervisão; quem manda ali é a Torre, uma construção alta que abriga a sala de controle. O CCO, porém, é constantemente informado sobre as composições que estão prestes a ser despachadas, para entrar em serviço (veja o quadro referente à Torre e ao Pátio de Manobras).

A esta altura, você já tem uma idéia geral de praticamente todo o sistema, suficiente para visualizar a operação do mesmo. Resta falarmos um pouco sobre os trens do Metrô. Cada trem, ou composição, é constituído por seis carros engatados e duas frentes, isto é, uma cabine de comando em cada extremidade. Essa característica evita que o trem tenha que efetuar uma manobra, sempre que chega ao fim (ou início) da linha, bastando ▶

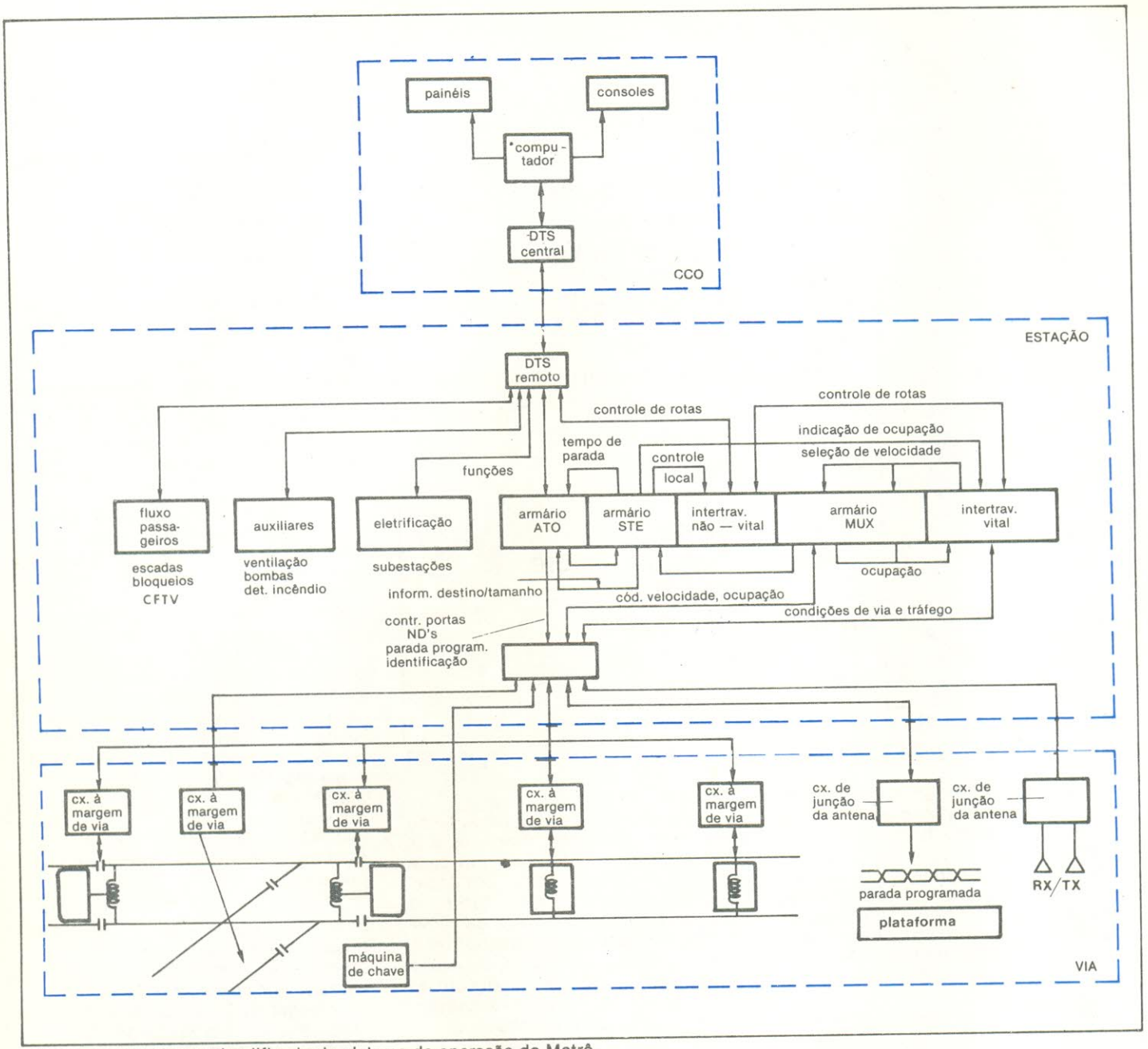
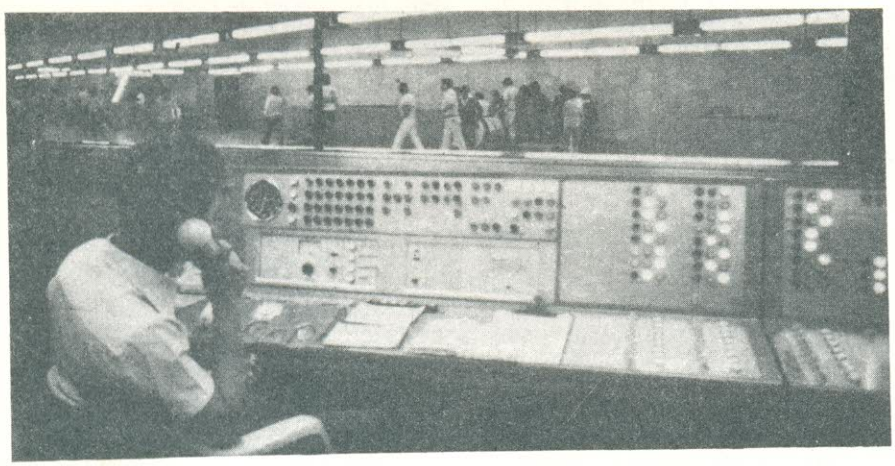


Diagrama de blocos simplificado do sistema de operação do Metrô.



Visão interna de uma sala SSO.

que o operador simplesmente mude de cabine.

Para se movimentarem, os trens recebem, através dos próprios trilhos, um código de velocidade, que é gerado pelo equipamento existente apenas nas estações mestras. Cada composição possui a sua caixa lógica, composta por circuitos digitais que decodificam a informação de velocidade recebida, e vão disparar a caixa de tiristores, encarregada de chavear a alimentação para os motores de propulsão. Essa alimentação, de 750 V CC, é distribuída às composições através do contato entre suas sapatas e o "3º trilho", que é na verdade uma barra de aço que acompanha toda a extensão da linha, em paralelo aos tri-

As siglas do Metrô

CCO	— Centro de Controle Operacional
SSO	— Sala de Supervisão Operacional
ATP	— Proteção Automática de Trens
ATO	— Operação Automática de Trens
DTS	— Sistema de Transmissão de Dados
SAL	— Sistema de Alimentação Elétrica
PA	— Sistema de Audição Pública
CFTV	— Circuito Fechado de Televisão

lhos de rolamento e um pouco elevada em relação a eles.

Bem, esta introdução deve ter montado, para você, uma visão de conjunto do complexo do Metrô paulista. Vamos agora analisar com mais detalhes seus sistemas mais importantes. Antes de seguir, porém, é preciso ter uma coisa em mente: o automatismo do Metrô não significa, de forma alguma, segurança deficiente, pois existe previsão para várias modalidade de operação, em resposta a eventuais falhas na alimentação, no controle local ou no centralizado. E toda vez que um equipamento sofre uma avaria, entra em ação o reserva (como acontece com o computador do CCO) ou então o sistema de falha segura, que permite ao equipamento sair de operação sem colocar em risco a segurança dos passageiros. ▶

O laboratório de eletrônica

O laboratório, que fica instalado no Pátio, próximo à estação Jabaquara, tem a função de cuidar da manutenção corretiva de todos os sistemas elétricos e eletrônicos do Metrô (além da corretiva, existe também a manutenção preventiva, que atua principalmente em campo). Ele é dividido em vários setores, de acordo com a área e equipamentos envolvidos:

Manutenção de instrumentos — O Metrô tem por princípio fazer, com equipes próprias, a manutenção em todos os seus instrumentos de medida. Essa política tem por finalidade economizar as taxas de manutenção cobradas pelos fabricantes desses aparelhos, em geral bastante elevadas. Para isso, foram adquiridos todos os equipamentos e ferramentas necessárias à manutenção, que é efetuada por uma equipe fixa de três pessoas. Também são mantidos arquivos com todos os manuais que acompanham os instrumentos, de onde são extraídas todas as informações necessárias à sua manutenção.

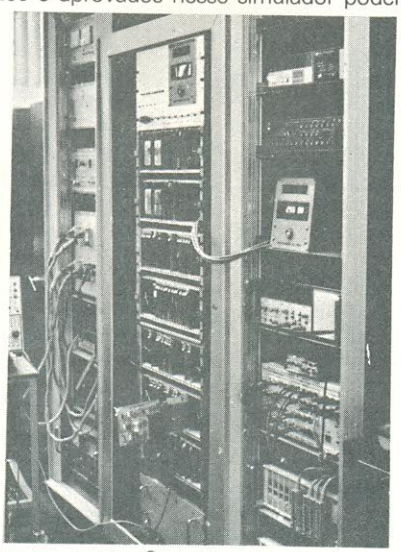
Além disso, todos os aparelhos utilizados nessa área são do tipo padrão, bem mais precisos que os utilizados em campo.

Área de ATO/DTS — Nesta parte do laboratório, existe o que o pessoal chama de "trenzinho", um simulador eletrônico de trens, capaz de se comportar exatamente como um deles, acelerando e desacelerando, abrindo e fechando portas, identificando-se, etc. Naturalmente, o sistema é totalmente eletrônico e todas essas operações são efetuadas por meio de sinais (na verdade, ele não passa de um armário de ATO, encontrado em qualquer composição do Metrô).

As placas com defeito, localizadas pela equipe de campo e vindas de um trem ou uma estação, são enviadas a esta área do laboratório, que vai testá-las dinamicamente no simulador, para individualizar os componentes que originaram o problema. Essas placas, então, são introduzidas no simulador, através de um extensor, e tenta-se depois reproduzir a situação real, como se o trem estivesse correndo pela via. Isso facilita a identificação dos defeitos e também a verificação da placa, depois de reparada.

Tal processo vem sendo usado desde 1975. No início de 1979, foi acrescentadc mais um sistema ao simulador, elaborado por uma equipe da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, sob contrato com o Metrô. Esse novo sistema consiste, basicamente, de um computador (calculadora + memória), alimentado com um programa que efetua a medição dos sinais de entrada e saída de cada cartão. Em outras palavras, o computador analisa cada uma das funções de cada gaveta, verificando todas as características (amplitude, frequência, tolerâncias, etc.). Após as medições, o computador faz comparações com os padrões exigidos e fornece todas as conclusões de forma impressa.

Pode-se fazer várias solicitações ao computador, como, por exemplo, simular uma viagem entre Jabaquara e Santana, parando em algumas estações; enquanto o "trem" percorre a via, ele vai medindo os sinais de entrada e saída do sistema ATO Garante-se, então, que os cartões testados e aprovados nesse simulador podem ser empregados em qualquer trem do Metrô (se fosse efetuado apenas um teste "estático", isto é, injetando-se tensões e correntes nos circuitos e medindo saídas, não haveria uma garantia total).



Visão do "trenzinho" ou simulador de trens usado pelo laboratório.

Para o Sistema de Transmissão de Dados (DTS) também foi previsto um simulador, onde os testes são efetuados da mesma forma: coloca-se o cartão suspeito no simulador e faz-se a verificação dinâmica, como se fosse o próprio sistema. Depois de reparados, os cartões são testados novamente, no simulador.

O terceiro simulador dessa área é o de ATO de vias, que opera sob os mesmo princípios dos outros dois, já vistos.

Área de bloqueios, ventilação e módulos de computador — Aqui, como na área de ATO/DTS, o pessoal de campo individualiza o cartão defeituoso, faz a substituição por outro em boas condições, e envia aquele ao laboratório, que faz as reparações e testes. Nesta área, também, os testes são efetuados dinamicamente, por meio de simuladores. Para o teste de cartões dos bloqueios, por exemplo, o laboratório dispõe de um bloqueio verdadeiro, igual ao das estações, e de um computador de bloqueios, similar ao instalado no prédio do CCO.

Área de CFTV, rádio (VHF), transceptores portáteis, relógios digitais e analógicos, telefonia e PA — Como nas outras áreas, a manutenção é feita de forma dinâmica, em simuladores. Merece destaque, nesta parte, a gaiola de Faraday, desenvolvida e montada no próprio laboratório e cuja finalidade é permitir a manutenção de sistemas de VHF, sem que os mesmos interfiram na operação comercial de rádiodifusão. Ela é suficientemente ampla para acolher dois técnicos, com suas bancadas e instrumentos.

Área de propulsão e freios — Nem é preciso dizer que os sistemas de propulsão e freios dos trens são testados dinamicamente, em simuladores. É possível simular aqui várias operações dos trens, como aceleração e desaceleração, frenagens, correntes nos motores, etc.

Os trens em movimento

No Metrô, todos os tempos das composições são programados, obedecendo a um horário e uma sincronização bastante rígidos. Isto é fácil de compreender, se pensarmos que em certas ocasiões, como nos horários de pico (cerca de oito da manhã ou seis da tarde), é necessário colocar um trem a cada dois minutos na plataforma de cada estação; nessas horas, as composições chegam a atingir 100 km/h, em certos trechos da via.

Essa programação, no entanto, não é imutável, pois o computador do CCO tem a liberdade de efetuar automaticamente certas alterações, que lhe permitem variar o número de trens na linha, de acordo com a hora do dia, e com o dia da semana. E existem também, como já sabemos, as estratégias de operação, que são aplicadas sempre que for necessário reduzir ou aumentar a velocidade dos trens.

Mas vamos ver, antes de mais nada, de que modo os trens se deslocam pela via. O Metrô dispõe, para isso, de dois sistemas separados: o ATO, que cuida da operação dos trens nas estações, principalmente, e o ATP, que trata da movimentação e proteção dos mesmos. O equipamento de ATO existe em todas as estações, enquanto o equipamento de ATP é encontrado apenas nas estações Mestras.

O ATO é responsável por quatro funções básicas: parada dos trens na plataforma (ou parada programada), abertura e fechamento das portas das composições, tempo de permanência na plataforma e decodificação do destino dos trens. Para realizar a parada programada, o ATO se utiliza de uma antena de fios trançados, instalada no "3.º trilho", somente na extensão da plataforma, em cada estação. Nessa antena é aplicado um sinal constante de 7 kHz, que troca de fase a cada cruzamento dos fios. O trem, quando entra na plataforma, vai detectando essas trocas de fase, que são contadas (há um número fixo para todas as estações), e vão provocando a freagem da composição, gradativamente, até fazê-la parar, com uma tolerância bastante pequena (de 1 metro, mais ou menos).

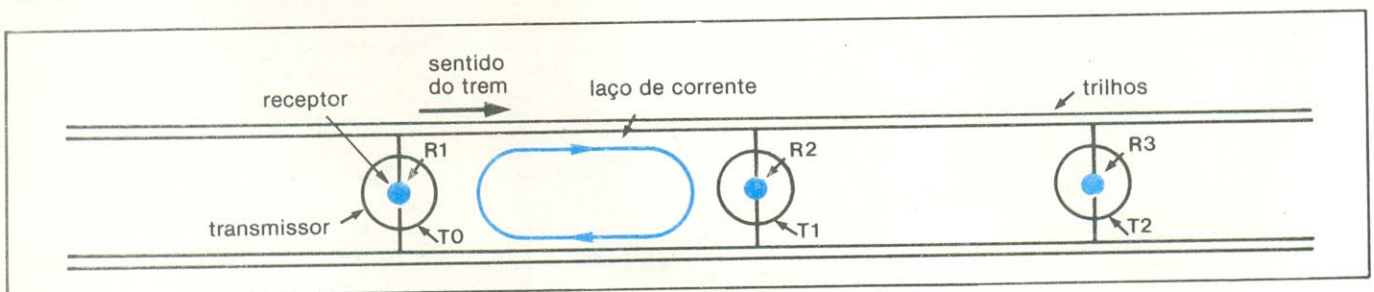
Assim que o trem estaciona na plataforma, recebe imediatamente um sinal de comando, que o faz abrir suas portas. O sinal é codificado em FSK (*frequency-shift keying* — chaveamento por deslocamento de frequência), com frequência de 18 Hz. Aberta as portas, a composição permanece na estação durante um período pré-determinado, programado no ATO; esgotado esse tempo, o trem recebe um novo chamado, desta vez de fechamento de portas, e sai, controlado agora pelo ATP.

Além dessa funções que se restringem à área das estações, o ATO também recebe a identificação de cada trem. "Identificação", na terminologia do Metrô, significa uma certa codificação, contendo o número de série, o destino e o tamanho da composição. Esse código é aplicado a todos os trens, quando passam pela zona de transferência (área localizada entre o Pátio e a linha).

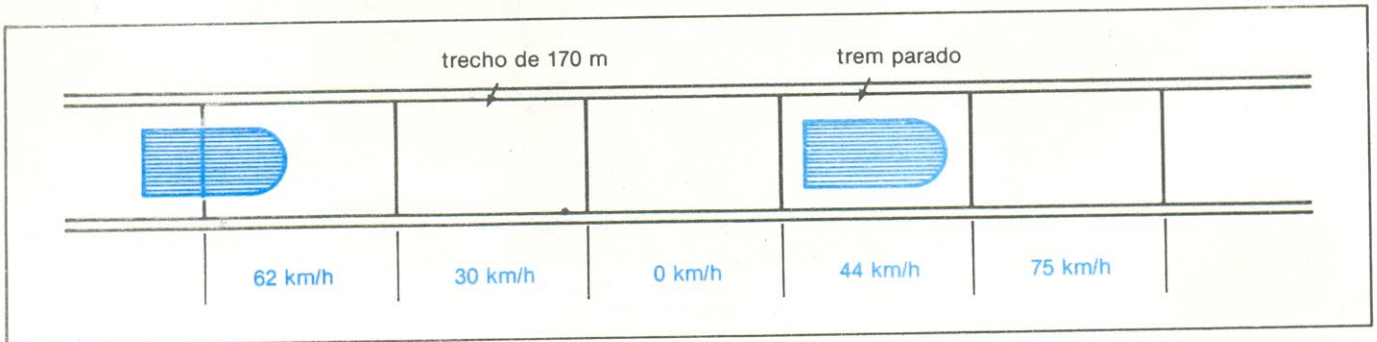
Assim, cada uma das estações possui seu número de destino, que vai determinar onde o trem deve parar para voltar à estação inicial. Vamos supor, por exemplo, que um determinado trem receba o número de destino 07, que é o da estação Liberdade; ao sair da zona terminal para entrar na estação Jabaquara (que é a estação da extremidade sul da linha), o trem já carrega consigo esse número, que vai fazer com que lhe seja alinhada uma rota até aquela estação. E enquanto não chegar à estação Liberdade, ele tem ordens de seguir em frente; porém, assim que alcançar a plataforma da mesma, emitindo seu número de série e destino, o ATO correspondente vai ser informado, e por sua vez vai informar o equipamento de controle de rotas. A composição, então, é obrigada a parar na estação Liberdade, abrir suas portas, para liberar todos os passageiros, e aguardar uma manobra que o permita voltar a Jabaquara, pois não tem mais rota alinhada em sentido sul-norte.

Melhor exemplificar com um caso real, que é o único que está sendo utilizado, até agora. Os trens saem de Jabaquara com o número de destino 03, correspondente ao da estação Santana, no extremo norte da linha. Ao chegar à plataforma de Santana, já existe uma rota alinhada para eles até a zona terminal, que fica logo após a estação. Ali recebem um novo número de destino, correspondente a Jabaquara, e voltam.

Vemos então que o ATO também comanda o ponto final de cada trem, através dos códigos de destino. O número de série serve apenas para que o computador do CCO reconheça os trens, quando chegam às estações, e



O código de velocidade e as antenas transmissoras e receptoras.



Um exemplo de movimentação segura de trens.

Por dentro dos novos trens

Como já havíamos visto, existem dois tipos de ATO no Metrô: o de estação e o de trem. Ambos se destinam à operação de trens, só que aqueles instalados nas composições tem encargos diferentes, devendo controlar a propulsão, verificar o código de velocidade e comunicar-se com os ATOs de estação. Nas composições atuais, existem dois ATOS, localizados nos carros das extremidades (como você sabe, cada composição, ou trem, é formada por 6 carros). O comando do trem é entregue ao ATO do carro líder, isto é, ao carro que fica à frente da composição; desse modo, os dois se alternam no comando, de acordo com o sentido de percurso (norte-sul ou sul-norte, no caso). Além disso, esses ATO's são constituídos por componentes discretos, implementados sob o sistema de falha segura.

Nas novas composições encomendadas pelo Metrô, tudo parece igual para o passageiro. Nada foi alterado em sua estrutura ou decoração. No comando, entretanto, existe uma diferença fundamental: o ATO agora é um só e não utiliza mais lógica discreta, mas microprocessadores. Essa mudança provocou duas grandes alterações na operação do ATO

Em primeiro lugar, foi introduzida a função de *handback*, que permite ao operador do trem mudar de extremidade (quando o trem chega ao seu destino e prepara-se para voltar), sem que precise mudar de ATO. O sistema unificado das novas composições mantém constantemente o controle, por meio de um sistema de multiplexação.

Em segundo lugar, foi eliminado o sistema de **falha segura**, impossível de ser aplicado a microprocessadores e ao *software* dos mesmos. Em substituição a ele, implementou-se o sistema de **redundância checada**, que veremos a seguir.

Dois microprocessadores 8080 formam o coração do novo ATO de trens, cada qual com seu circuito. Eles trabalham em conjunto, com programas diferentes, e de tal forma que não se pode dizer que sejam totalmente dependentes, nem totalmente independentes um do outro. Ambos produzem sinais, chamados de **vitais**, que são enviados à propulsão, à frenagem e outros sistemas do trem (antes, porém, passam por um comparador de saída); mas, além desses sinais, comuns aos dois, há outros exclusivos de cada um. Além disso, existe uma verificação mútua e contínua entre eles, através de um programa especial. Em suma, as operações dos dois circuitos estão entrelaçadas a tal ponto, que é impossível um deles trabalhar sem o outro. É o que se chama redundância checada, ou seja, duas máquinas trabalhando com a mesma finalidade, mas de formas diferentes.

No painel do novo armário ATO foi incluída uma série de LEDs, encarregados de indicar os sinais que eventualmente poderiam ter problemas. Tais LEDs são acionados pelo programa monitor, que enquanto recebe o sinal de velocidade, por meio das antenas do trem, verifica todas as funções do equipamento, constatando se estão ou não de acordo com as especificações.

O painel também conta com quatro chaves digitais, duas para cada microprocessador, que oferecem várias opções de leitura dos sinais, e ainda com um *display*, onde aparece a velocidade desenvolvida pelo trem.

possa, dessa forma, manter o controle da linha.

O equipamento ATP é bem mais complexo e atuante que o ATO. É ele que alinha rotas para os trens, estabelece sentido de tráfego, gera e transmite os códigos de velocidade, faz a detecção de ocupação dos trechos de via, movimenta os trens em segurança e restringe a velocidade dos mesmos, quando necessário.

A linha do Metrô, como já dissemos, é dividida em pequenos trechos, de 170 m, aproximadamente. Em cada extremidade de cada trecho, os trilhos são curtos-circuitados por uma barra de cobre; uma das pontas contém a antena transmissora, formada por várias espiras de fio de cobre, enquanto a outra abriga a antena receptora. Você poderá visualizar melhor a ação do código de velocidade, seguindo as explicações através das ilustrações relativas ao ATP.

Veja, pelas figuras, que o final de um trecho coincide com o início de outro, razão pela qual existe uma antena transmissora e uma receptora alojadas no mesmo local (mas que pertencem a trechos diferentes). A antena transmissora emite constantemente um sinal, em forma de corrente, que é captado pela receptora, caso não haja ocupação naquele trecho, isto é, caso não haja trem algum naquele ponto. Se o receptor captar o sinal, o ATP entende que aquele trecho está livre. Por outro lado, sempre que uma composição ocupar o local, porá em curto os trilhos, evitando que o sinal chegue ao receptor; isto será interpretado pelo ATP como um trecho ocupado. Naturalmente, em cada trem há uma antena que se encarrega de captar o código e enviá-lo à caixa lógica, que por sua vez vai chavear os SCRs de propulsão.

O código de velocidade que o ATP impõe à linha pode variar de trecho para trecho, de acordo com as condições físicas da via (retas ou curvas, por exemplo), as condições de tráfego (pequena ou grande circulação de trens) e as condições de restrição de velocidade (no caso de algum problema na via). A velocidade é aplicada em níveis discretos, variando de 0 a 100 km/h, e passando por 10, 30, 44, 62, 75 e 87 km/h.

Observe, pelas mesmas figuras, que o sistema ATP sempre garante que o trecho imediatamente anterior ao ocupado por um trem receba código "O" de velocidade, por motivos de segurança. dependendo das condições da via, em certos pontos, mais trechos poderão receber código de velocidade nula. Isso é o que se chama movimentação segura dos trens e garante a imobilização de composições que sigam logo atrás de uma outra que, por algum motivo, foi obrigada a parar em plena linha.

Resumindo: O trem recebe o código de velocidade, em cada trecho da linha, e a partir daí determina a velocidade que deve desenvolver. Se uma certa parte da via está livre de trens, impera uma certa programação de velocidades, que depende apenas das condições físicas daquela área. Se existe, porém, uma composição logo à frente de outra, a segunda terá sua velocidade restrita a níveis seguros, podendo até parar completamente, se a primeira sofrer uma avaria e ficar imobilizada.

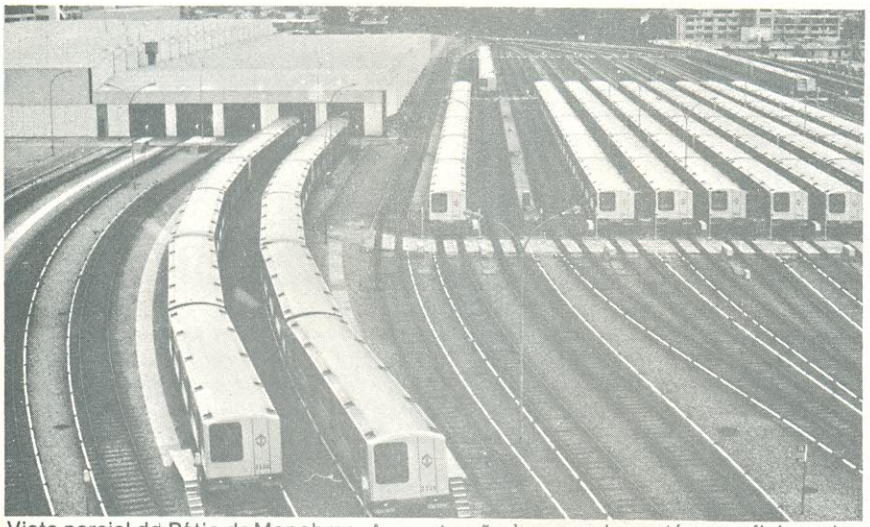
Para produzir e distribuir esses códigos ao longo da via, o ATP conta com um equipamento de multiplex, constituído, basicamente, por um oscilador, que produz os pulsos de *clock*, e por circuitos divisores de frequência, que geram trens de pulsos de 18 Hz, divididos em 32 intervalos de tempo. A cada intervalo de tempo corresponde o envio de 1 bit a um circuito de via; o código de velocidade é enviado a esses circuitos de forma sequencial, do intervalo de tempo 1 ao 32. O código de velocidade é composto de 6 bits, sendo que o menor é o código "O" (um bit "1" e cinco bits "O") e o maior é o "100" (5 bits "1" e um bit "O").

O equipamento multiplex gera todos os códigos previstos, de 0 a 100 km/h, e os fornece aos trechos de via; a seleção dos códigos, de acordo com o trecho, é feita pelo próprio ATP. Ao longo da via, próximas aos trechos, estão distribuídas as chamadas caixas de margem de via, que recebem os códigos em forma digital e os convertem para modulação FSK e, nesse ▶

A Torre e o pátio de manobras

Ao sul da estação Jabaquara, abre-se uma grande área a céu aberto, riscada por inúmeros trilhos, exatamente como um terminal ferroviário. É o pátio de manobras do Metrô, onde os trens ficam estacionados, aguardando liberação para iniciar a viagem, onde eles recebem manutenção e limpeza, para onde se recolhem quando termina o turno de serviço e, naturalmente, onde são feitas as manoras necessárias à sua movimentação.

Dominando a área, com seus trinta metros de altura, está a Torre; de sua cabine envidraçada tem-se uma quase completa visão do pátio. Para se ter idéia de sua importância, basta dizer que não é o CCO a exercer controle sobre a área, mas sim a Torre. O que existe é uma comunicação constante (tanto entre pessoas como entre máquinas) Torre/CCO.



Vista parcial do Pátio de Manobras. A construção à esquerda contém as oficinas de reparos e manutenção.

Na cabine, situada no topo da Torre, há um painel semelhante ao da Sala Negra, só que em escala menor. Além disso, há um único operador, suficiente para dar conta de tudo. Esse painel recebeu o nome de painel de controle de rotas e, através dele, o operador tem condições de alinhar rotas para qualquer trem que esteja nas vias de estacionamento, em direção ao túnel de entrada da via principal. Esse alinhamento pode ser feito manualmente ou por meio de computador.

Como os trilhos do Pátio não contam com códigos de velocidade, com exceção das vias de despacho e das vias de testes dinâmicos, a operação manual é efetuada através de sinaleiros; o operador do trem recebe instruções da Torre e simplesmente vai seguindo a rota aberta para ele, indicada pela luz verde dos sinaleiros. Por questões de segurança, a velocidade da composição é fixada em 20 km/h, nesses casos.

A rota é alinhada manualmente por intermédio de chaves existentes no painel de comando da cabine. Essas chaves vão posicionar as chaves de via, liberando os cruzamentos à passagem do trem, e abrir os semáforos. O painel de controle de rotas, então, indica, por meio de lâmpadas, a rota alinhada para aquele trem e também a posição de cada semáforo. Neste caso, as lâmpadas vermelhas indicam ocupação, pelo trem, de um certo trecho, enquanto as lâmpadas verdes correspondem a sinaleiros.

É possível alinhar rotas, também, através do controle automático. Para isso, solicita-se ao computador do pátio a rota desejada, fornecendo a identificação dos sinaleiros de entrada e saída dessa rota. Daí o computador se encarrega de dar comandos de posicionamento das chaves e de abrir os sinaleiros.

Nessa horas, durante o despacho automático, o computador do CCO e o do pátio travam diálogo. O computador central é informado de que em um horário pré-estabelecido um certo trem deve ser posto na linha; ele remete, então, um aviso ao computador do pátio, informando-o de aquela composição deve ser enviada ao túnel de despachos. O computador do pátio, por sua vez, vai alinhar uma rota para ela, desde o local em que está estacionada, até a entrada do túnel. A composição vai percorrer esse trecho através de acionamento automático, a uma velocidade de 30 km/h, **sem a intervenção do operador** (observe que não se trata de código de velocidade, mas de uma informação fixa de velocidade, imposta ao trem). É óbvio que quando se emprega o despacho automático, o computador do CCO é programado com todos os horários de saída de trens e ele mesmo se encarrega de avisar o computador do pátio, nos horários determinados.

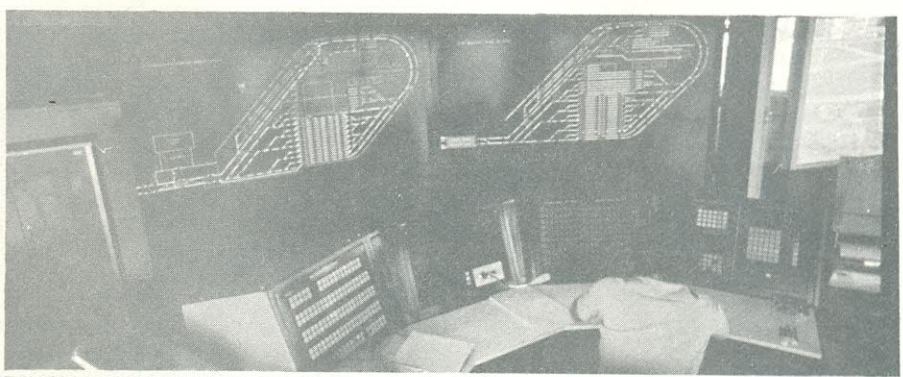
Sempre que um trem é despachado pelo processo automático, ele passa por uma leitora especial de cores, chamada ACI, e instalada logo à saída do pátio. Essa máquina faz a leitura de certas placas coloridas, aplicadas nas portas dos carros, e que trazem dados como o número do carro, a que composição pertence, etc. Tais informações são depois enviadas ao computador central, por meio de *data link*, são processadas e encaminhadas de volta, indo parar num teletipo, localizada na cabine.

A teletipo, portanto, fornece de forma impressa o número do trem, o número de unidades de que é composto, o número de destino, a hora programada de despacho e, no caso de alguma alteração no despacho, também o horário previsto de liberação do trem.

Apesar de não estar sendo utilizada com esse propósito, por enquanto, essa leitora permite ainda manter um controle da manutenção preventiva das composições, verificando se já atingiram os 300 000 km rodados. O computador seria informado e alinharia uma rota diretamente até as oficinas de manutenção.

Na base da Torre estão instalados os equipamentos necessários ao funcionamento do pátio e da própria Torre. Há o computador de alinhamento de rotas e suas *interfaces*: uma impressora e uma leitora de cartões; há um sistema de PA, de potência superior ao das estações, já que deve operar em espaço aberto (sua função é a de localizar pessoas da manutenção ou operação); há também um sistema de relógio, comandado pelo CCO, e que é responsável por todos os relógios do pátio.

Estão lá instalados ainda o painel de simulação de operação, para se efetuar testes no computador, os armários da leitora ótica das placas de identificação dos carros, os sistemas de controles de rotas, similares aos já vistos e, por fim, um inversor estático, que alimenta os equipamentos da Torre.



Painéis e consoles da Torre de controle do Pátio.

formato, os aplicam aos laços formados pelos trilhos e antenas.

Nos trechos não ocupados, o sinal captado pela antena receptora é devolvido ao multiplex, que, através de uma comparação bit a bit, analisa o que transmitiu e o que recebeu; se houver uma diferença de um bit que seja, ele considera aquele trecho ocupado, por motivo de segurança. No trecho realmente ocupado por um trem, os trilhos são curto-circuitados, o receptor deixa de receber o código e de enviá-lo ao multiplex, que vai entender isso como aviso de ocupação.

Mais um detalhe de segurança: caso surja uma falha que impeça o envio do código de velocidade aos trens, será interpretada como condição de segurança máxima (ausência de código), acarretando, com isso, a paralização das composições.

Além de fazer tudo isso, o ATP encarrega-se ainda do alinhamento de rotas para os trens. "Alinhar uma rota", para o Metrô, significa liberar caminho para uma composição, verificando se não há impedimentos à frente. Os trens podem ter suas rotas alinhadas de três maneiras distintas: por ▶

A barreira dos bloqueios

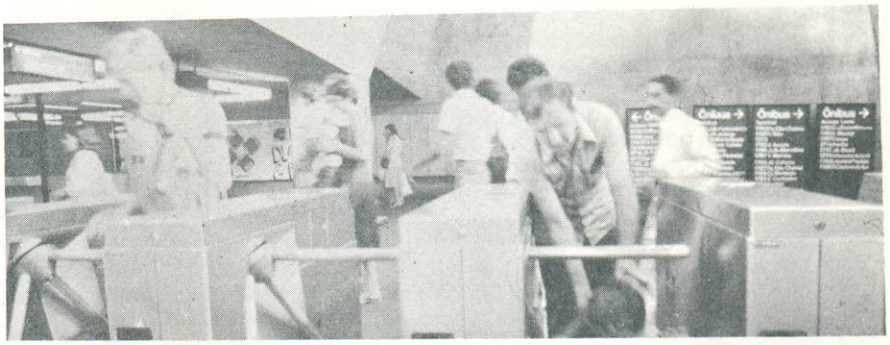
Os bloqueios são a alternativa que se encontrou para agilizar e automatizar completamente o recebimento de bilhetes no Metrô paulista. Eles realmente formam uma barreira, colocados em algum ponto entre a entrada da estação e as plataformas. Para se ultrapassar essa barreira, basta introduzir o bilhete em qualquer um dos bloqueios sinalizados para entrada; o bilhete será lido, interpretado e, se for válido, a catraca de passagem será liberada, travando-se novamente logo depois. Tudo muito simples. No entanto, o sistema tem certas sutilezas muito interessantes.

Em primeiro lugar, os bilhetes não são apenas um pedaço de papel ou papelão. Em uma de suas faces, bem no centro, há uma banda magnética, muito parecida com fita para gravador: quando o usuário adquire o bilhete, essa banda já traz uma codificação gravada, a qual varia de acordo com o tipo de bilhete que está sendo usado. Existem bilhetes unitários, válidos apenas para uma viagem no Metrô, e que são "engolidos" pelo bloqueio; os bilhetes integração, válidos para uma viagem de Metrô e uma de ônibus ou trem; os bilhetes ida e volta, para 2 viagens de Metrô e 2 de ônibus; os bilhetes escolares; e os bilhetes múltiplos de 10 viagens.

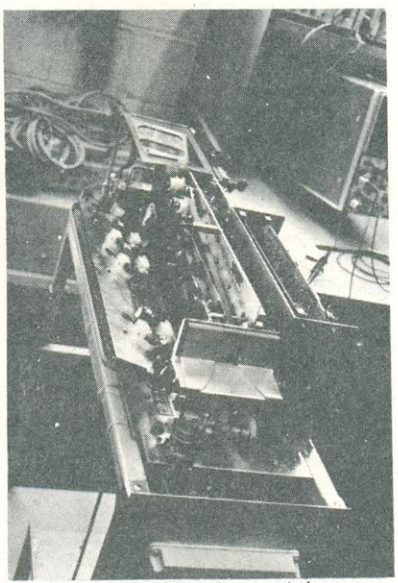
O bloqueio, então, irá reagir ao bilhete de uma forma que depende do tipo e condição atual do mesmo. Para ilustrar melhor, vamos imaginar que estejamos usando um bilhete novo, de 10 viagens; ao ser introduzido no bloqueio, vai ser lido e, naturalmente, aceito; o bloqueio vai então apagar a codificação existente na banda magnética, substituindo-a por outra válida para mais 9 viagens; em seguida, o bilhete é devolvido ao usuário ao mesmo tempo em que a catraca é liberada. No visor do bloqueio aparece o número de viagens restantes (9, no caso) e também a indicação de passagem livre

Caso o bilhete tivesse validade para uma viagem, apenas, seria "engolido" definitivamente. E se por algum motivo o bilhete não fosse mais válido, o bloqueio não liberaria a catraca e ainda faria soar um alarme, juntamente com um aviso luminoso de "bilhete não válido", para informação do usuário. O mesmo acontece se tentarmos introduzir qualquer outra coisa no bloqueio, que não seja o bilhete magnético.

Para realizar essa tarefa, o bloqueio conta com uma combinação de sistemas eletrônicos e eletromecânicos, além de três conjuntos de cabeças de gravação e leitura. Assim que o bilhete é apanhado pelo bloqueio, é arrastado por uma esteira, passando através do conjunto de cabeças, que leem sua codificação e gravam o que for necessário. Da entrada do bilhete até sua devolução, o bloqueio toma somente 840 ms, rapidez necessário especialmente nos horários de pico, quando há um grande fluxo de pessoas.



Os bloqueios em operação.



Bloqueio aberto: note a esteira e as cabeças de gravação e leitura.

Computador dos bloqueios da linha Norte-Sul.

Porém, ao contrário do que se poderia pensar, não é o bloqueio o centro de decisões desse sistema; essa responsabilidade pertence a um computador especial (que também conta com um reserva), que fica instalado no CCO. Ele foi projetado para controlar os bloqueios de todas as 20 estações da linha Norte-Sul; é ele que recebe os dados de leitura de todos os bilhetes, manda gravar as novas codificações, rejeita bilhetes não-válidos. É o cérebro, enfim, do sistema de bloqueios.

controle local (através das estações mestras), por controle central (através do CCO) e por controle automático.

Pelo controle local, o operador faz uma requisição de rota na própria estação mestra. Vamos imaginar, por exemplo, que um trem esteja na plataforma de Jabaquara, na via 1 (sentido sul-norte), pronto para seguir o rumo normal, até Santana; assim que a requisição é feita, o equipamento ATP vai se encarregar de liberar os *gates* da área coberta por aquela estação mestra (*gates* são transmissores que circundam as regiões de chaves, permitindo ou não o tráfego de trens nesses locais). O sistema verifica, em primeiro lugar, se não há ocupação nesses locais, acima das máquinas de chaves (chaves são dispositivos mecânicos que permitem ao trem mudar de via). Se não houver ocupação, o equipamento manda um sinal de acionamento das chaves e depois confere se estão na posição comandada, processo que recebeu o nome de verificação de correspondência. Se as chaves atenderam ao comando, devolvem um sinal avisando que correspondem à posição desejada.

Feito isso, o equipamento verifica ainda se o circuito logo à frente também está livre de ocupação e se não existe sentido conflitante de tráfego; em caso afirmativo, o sistema libera a rota, deixando abertos os *gates* da via, nos trechos de sua influência, ao mesmo tempo em que sinaliza essa liberação, na estação mestra. O alinhamento real se dá pela inserção de um código de velocidade naquela área; assim que houver um código de velocidade, podemos dizer que a rota está finalmente alinhada.

Dessa forma, aquele trem que estamos imaginando na plataforma de Jabaquara, com as portas já fechadas, aceita o código e parte. A rota permanece alinhada, até que esse trem desocupe completamente a região das chaves em questão; enquanto ele não deixar a área, não será possível mover chave alguma, nem alinhar qualquer outra rota. Mas logo que o trem desocupe aqueles trechos, as chaves serão liberadas para aceitar outro comando de rota.

Para que o alinhamento de rotas seja possível, é necessário haver uma comunicação contínua entre as estações mestras. Assim, por exemplo, Jabaquara informa a estação Saúde (que é a 2ª estação mestra, depois de Jabaquara) sempre que é alinhada uma rota no sentido sul-norte. O mesmo vale em sentido inverso: se nos circuitos que pertencem a Saúde houver um trem parado, Jabaquara é imediatamente informada. Isto é válido para as três modalidades de controle.

Naturalmente, existe todo um esquema de segurança para impedir que uma rota proibida seja alinhada. Digamos que já existe uma rota alinhada para o sentido norte, pela via 1, a partir de Jabaquara; se quisermos mandar um trem para o sul, também pela via 1, o equipamento de Saúde, por exemplo, vai impedir tal alinhamento, evitando rotas conflitantes. Outra solicitação proibida aos trens seria a de passar de um via para outra, enquanto houvessem composições trafegando em sentido oposto. Em suma, não pode haver, de forma alguma, oposição de sentidos, o que é constantemente supervisionado por uma cadeia de relés de sentido, em ambas as vias. À medida que o trem vai passando, vai ativando os relés, liberando a via atrás de si.

No caso do controle central, o computador do CCO se encarrega de solicitar rotas, através do DTS. Desse modo, o operador de um dos consoles da Sala Negra pode enviar comandos de alinhamento a qualquer estação mestra. O processo de alinhamento é idêntico ao que acabamos de ver, com uma diferença: dispensa os operadores locais, nas estações mestras.

A terceira modalidade de alinhamento, que é a normalmente usada, faz tudo isso automaticamente, sem intervenção de operadores. A rota é alinhada de acordo com o destino do trem, determinado pelo ATO. A única diferença, aqui, é que não são alinhadas rotas reversas, isto é, as chaves não são posicionadas para mudança de via, com exceção das estações Jabaquara e Santana, que são estações terminais. Em todas as outras estações mestras as rotas são sempre alinhadas no sentido normal: via 1, sentido sul-norte, e via 2, sentido norte-sul. Através do controle local ou central, pode-se inverter o sentido normal das vias, geralmente nas situações de emergência.

Por fim, é preciso dizer que a segurança do sistema está localizada no ATP e não no computador central. Através deste é possível requisitar qualquer rota, mesmo conflitante, e enviá-la ao ATP; o ATP é que vai verificar se a rota pode ou não ser alinhada.

Estratégias do CCO e opções de movimentação dos trens

O capítulo da movimentação dos trens mão para por aí, pois ainda é preciso falar sobre a influência que o computador central tem sobre a movimentação dos trens. Essa influência se resume a um fator denominado "nível de desempenho" (ND) e produz o efeito de impor uma certa combinação aceleração/velocidade aos trens, de acordo com as condições da via e de tráfego. Os níveis de desempenho são seis, ao todo, e sua aplicação permite uma variação de velocidade, dentro dos limites fixados pelo ATP.

No nível ND-1, o computador permite que o trem desenvolva a velocidade máxima estabelecida pelo ATP, da forma que vimos. Daí para baixo, até o ND-6, a aceleração e a velocidade ficam restritas a níveis menores. Os trens, normalmente, são despachados sob o nível ND-3, que equivale a meia aceleração e velocidade máxima de 68 km/h. Assim, teoricamente, deveriam manter a mesma distância entre eles, ao longo do percurso. Na prática, porém, ocorrem muitos contratempos, tais como atrasos causados pelas portas dos trens não fecharem no tempo previsto (no Metrô, os trens não movem enquanto as portas não estiverem fechadas), por exemplo. Nesses casos, o computador do CCO, que acompanha os movimentos de todos os trens, poderá aplicar um ND superior a um ou vários deles, a fim de regularizar o tráfego na linha.

Esses níveis não tem nada a ver com os códigos de velocidade, pois a função deles é apenas normalizar o movimento dos trens. Além disso, são aplicados aos trens por intermédio dos ATOs, que recebem as instruções do computador através dos sistemas de transmissão de dados (DTS). Os NDs nada mais são do que as tais operações estratégicas do computador central, de que já falamos.

O que aconteceria se todo o complexo automático responsável pelas vias não pudesse mais operar ou estivesse operando abaixo da capacidade? Os projetistas do Metrô também se preocuparam com essa questão e resolveram então introduzir três modalidades de movimentação de trens: automática, semi-automática e manual.

A modalidade plenamente automática é a que estivemos vendo até agora. A semi-automática é adotada sempre que o equipamento de ATO apresenta algum problema; o operador do trem, então, deve realizar as operações de plataforma, como frear e acelerar, abrir e fechar portas, etc., mas ainda sob a supervisão do ATP. A operação manual só é adotada quando o equipamento de ATP também estiver avariado; nesse caso, todas as funções estarão nas mãos do operador, conferindo a ele uma grande responsabilidade. Para manter as condições de segurança, porém, na operação manual a velocidade dos trens fica automaticamente restrita a 20 km/h.

As comunicações no Metrô

Não há dúvida de que, num sistema como o do Metrô, que lida com um fluxo de milhares de pessoas por dia e tem equipamentos espalhados ao lon-

A Sala Negra e as Salas Técnicas

No interior do prédio do CCO, que fica próximo à estação Paraíso, está a Sala Negra, formalmente conhecida como Sala do CCO. Ganhou esse apelido pelo fato de ser totalmente negra, do teto ao chão, dando a impressão, com seus monitores computadorizados e painéis luminosos, de uma sala de controle de nave espacial, como as que estamos acostumados a ver em filmes de ficção científica.

Quatro consoles e dois painéis formam o conjunto da Sala Negra, contando apenas a linha Norte-Sul. Os consoles tratam do fluxo de passageiros, do fluxo de trens, da eletrificação e dos equipamentos auxiliares. Os painéis mostram continuamente a movimentação dos trens e as condições do sistema elétrico, associados aos consoles correspondentes.

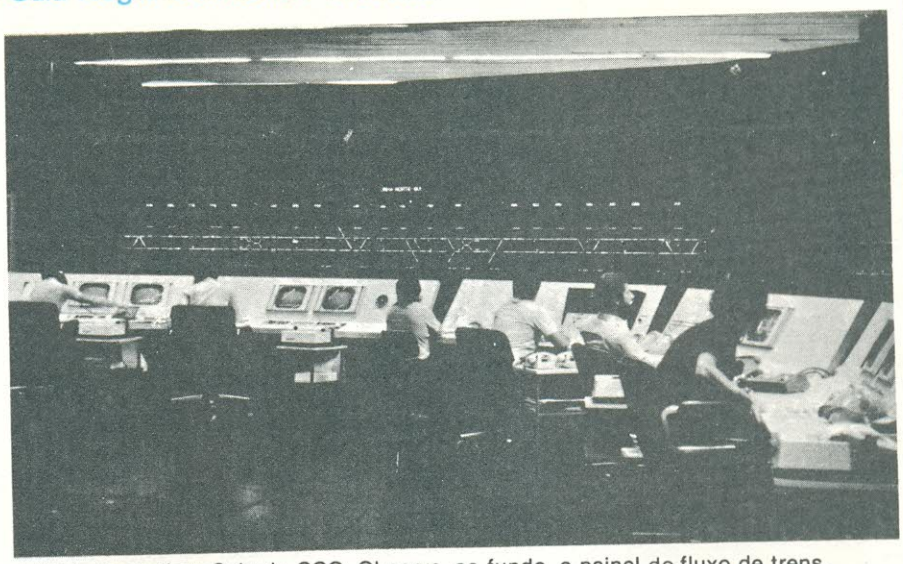
O console de passageiros observa tudo o que acontece nas estações, através de dois monitores, que tem acesso a todas as câmaras de CFTV das mesmas. O operador desse console pode selecionar a estação que deseja observar ou então optar pela varredura geral, uma função automática que mostra câmera após câmera, ao longo de toda a linha. Além das câmaras, este console possui telefones de emergência, capazes de se comunicar com qualquer estação, e também o sistema de PA.

O console de trens opera em conjunto com um dos painéis, onde se tem uma visão da linha Norte-Sul, de forma esquemática, e onde as operações e movimentos são representados por luzes coloridas. Por esse painel tem-se uma visão global do que acontece nas duas vias da linha.

Exatamente como ocorre na linha real, as vias esquematizadas estão divididas em trechos, que mudam de cor conforme a condição em que se encontram. Assim, um trecho iluminado de branco significa que está desocupado, enquanto um trecho em vermelho quer dizer que está ocupado por um trem. A luz verde indica rota alinhada para o trem no trecho imediatamente anterior a um intertravamento, isto é, nos pontos em que a composição tem mais de uma opção de rota (intertravamentos são desvios, ou ligações entre as duas vias da linha, que permitem que os trens passem de uma via para outra). A luz âmbar, por fim, indica que o trecho está prestes a ser liberado para o tráfego (ou seja, indica que o trecho está em requisição).

As estações também são assinaladas por luzes; no caso de qualquer alarme em uma delas, o nome da estação afetada começa a piscar, facilitando assim sua localização. Além disso, sempre que há um trem parado numa estação, de portas abertas, acende-se uma luz branca logo abaixo do trecho em vermelho.

Dessa forma, se ficarmos observando esse painel por algum tempo, testemunharemos várias operações de liberação e ocupação de trechos, de abertura e fechamento de portas, de avanço de trens, tudo por meio de lâmpadas coloridas controladas pelo computador do CCO.



A "Sala Negra" ou Sala do CCO. Observe, ao fundo, o painel do fluxo de trens.

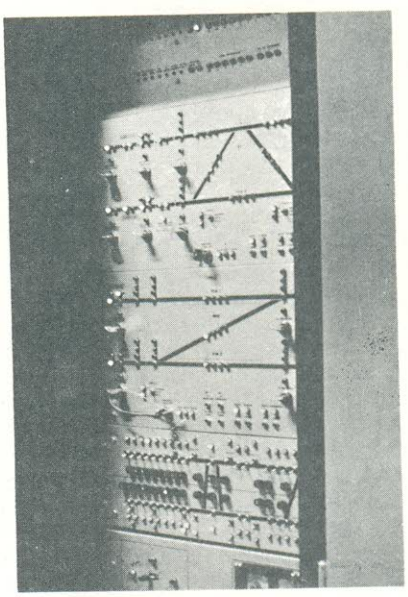
O terceiro console é o da alimentação elétrica e está associado ao outro painel da Sala Negra. Este segundo painel esquematiza todo o sistema de alimentação dos equipamentos elétricos do Metrô, também através de luzes: as áreas acesas em vermelho indicam linha energizada e as áreas em verde, linha desenergizada. Ali estão indicadas todas as linhas de alimentação (subestações), tanto primárias como retificadoras e auxiliares.

O último console trata dos sistemas auxiliares, compostos por bombas hidráulicas, sistemas de ventilação e detecção de incêndio. O pessoal do corpo de segurança do Metrô também está subordinado ao operador deste console.

A cada um dos consoles está associado um teletipo, que registra em papel todas as operações efetuadas durante o dia. O monitor de cada console indica a situação de cada estação, incluindo os alarmes, sejam leves ou graves (para o computador, os alarmes são divididos em leves ou graves); o pessoal do CCO alerta o pessoal da manutenção da estação afetada, que define a verdadeira origem do problema e efetua os consertos necessários). Todos os consoles da Sala Negra, até agora, são apenas *interfaces* do computador central, pois é ele que analisa e toma todas as decisões. Quando o complexo da linha Leste-Oeste estiver definitivamente instalado, serão introduzidos os consoles inteligentes, operados a microprocessador, que permitirão uma maior flexibilidade ao sistema e ainda irão aliviar o computador central de algumas funções.

Por trás dos painéis da Sala Negra está a sala dos computadores. Ela contém três computadores idênticos, dois deles ligados ao sistema, estando um em operação constante e o outro, em espera, como reserva (entra em ação no caso de alguma falha do primeiro). O terceiro computador não fica ligado ao sistema; ele é empregado em testes e simulações.

O computador do CCO, como vimos ao longo da reportagem, centraliza um série de informações e operações do sistema, mas não é vital ao andamento do mesmo. Se por acaso sofrer uma avaria e até o reserva apresentar problemas ou não puder entrar, o que é muito raro acontecer, os ATOs e ATPs, instalados ao longo da linha, continuarão movimentando normalmente os trens. A ausência do computador acarreta apenas na falta de monitoração total da linha e de estratégias sobre a movimentação dos trens. Em suma, deixa



Painéis de um dos armários da sala técnica da estação Jabaquara. O painel superior pertence ao equipamento ATO. Logo abaixo, podemos ver o painel do ATP, que mostra os intertravamentos existentes naquela região.

de haver aquela "visão" de conjunto do sistema.

Tão ou mais importantes que a Sala do CCO são as Salas Técnicas, que, como você já sabe, contém o equipamento ATO (válido para todas as estações) e o equipamento ATP (válido apenas para as estações mestras). No interior da Sala Técnica existem, assim, os armários que abrigam esse equipamento e outros mais, necessários ao funcionamento da estação.

Considerando então uma estação mestra (a de Jabaquara, que visitamos), o painel superior do primeiro armário corresponde ao ATO; logo abaixo, vê-se o painel de controle de rotas do ATP, que é uma perfeita reprodução de uma parte do painel de trens, visto na Sala Negra. Na estação Jabaquara esse trecho compreende desde a saída do Pátio até a estação Conceição, ou seja, a região onde tem influência a estação mestra Jabaquara. O terceiro painel, mais abaixo, se presta aos testes do equipamento multiplex. Mais abaixo ainda está a gaveta de controle da sinalização de embarques em Jabaquara.

Além desses equipamentos, outros armários contém o sistema DTS remoto da estação, o inversor estático, as gavetas de VHF (para radiocomunicações) e os sistemas de PA e CFTV daquela estação. Lá estão também os relés de intertravamento e os armários do multiplex e do ATO

go de 17 quilômetros, os sistemas de comunicação exercem um papel muito importante. Por isso, o Metrô dispõe de circuito fechado de televisão, aparelhos de radiocomunicação, telefones internos, sistemas de audição pública e um sistema de transmissão de dados. Vamos analisar ligeiramente cada um deles.

PA ou audição pública — A finalidade deste sistema é dar avisos ou divulgar mensagens aos usuários do Metrô. Em cada sala SSO, nas estações, há microfones e módulos de tratamento dos sinais, enquanto os amplificadores de potência estão localizados nas salas técnicas. Os alto-falantes estão espalhados por todas as áreas vitais das estações, acondicionados em caixas metálicas; em algumas estações, muito espaçosas e de grande altura, os alto-falantes forma substituídos por cornetas acústicas.

No CCO também conta com microfones e módulos, capazes de enviar mensagens a qualquer estação, ou a várias delas, ao mesmo tempo. O sistema de PA do CCO tem prioridade sobre o SSO de estação, podendo interromper qualquer mensagem sempre que precisar transmitir alguma coisa. O sistema de audição pública é considerado prioritário, no Metrô, e por isso providenciou-se para que nunca saia de operação. Se faltar a tensão da rede, da qual se alimenta, continua funcionando com geradores a diesel e, em último caso, através de um sistema de baterias.

CFTV — O objetivo deste sistema é informar sobre o fluxo de passageiros nas estações e orientar o operador de trem quanto ao movimento de pessoas entre a plataforma e a composição. Assim, há sempre uma câmara postada junto à plataforma, focalizando os trens de trás para frente (nas estações em curva existem duas câmaras, uma em cada extremidade). A imagem captada pelas câmaras é apresentada ao operador do trem através de um monitor, instalado na plataforma. Em certas estações, as câmeras foram colocadas também próximas às bilheterias, bloqueios e outros locais em que possa haver acúmulo de gente. As imagens captadas pelas câmaras são enviadas, ainda, aos monitores da SSO da própria estação e também ao CCO, que centraliza essas informações.

Telefones — O Metrô conta com três centrais PABX, utilizadas para ligações normais, internas e externas; uma delas fica no CCO, outra no Pátio e a terceira na Sede. Conta também com uma pequena central PAX, utilizada para ligações internas, de cunho operacional. Além disso, existem também algumas linhas ponto a ponto, isto é, de ligação direta: para falar, basta tirar o fone do gancho. Tais linhas ligam todos os SSO com o CCO e também as plataformas ao CCO; estas podem ser usadas por qualquer pessoa, seja funcionário ou usuário, no caso de alguma comunicação urgente à Sala Negra.

Radiocomunicação — O Metrô utiliza quatro frequências de rádio, sendo uma para contatos entre o operador do trem e o CCO, outra para contatos entre o pessoal de estação e o CCO, a terceira para servir de apoio ao pessoal de manutenção e a quarta para uso exclusivo nos Pátios.

Os trens se utilizam das frequências 1 e 4, para falar com o CCO e a Torre do Pátio, respectivamente. As duas frequências de apoio (2 e 3) são válidas em aparelhos portáteis (*walkie-talkies*) e em viaturas.

A frequência 1 prevê a chamada seletiva, pois no futuro haverá 4 ou 5 linhas de Metrô em São Paulo, englobando centenas de trens. A chamada seletiva evita interferências entre linhas e entre trens, ao codificar a frequência por meio de tons de áudio; dese modo, quando o CCO chama um certo trem, por exemplo, envia um trem de pulsos válido apenas para aquela composição, em particular.

DTS — O sistema de transmissão de dados é usado pelo CCO para enviar comandos aos equipamentos e deles receber indicações, ao longo de toda a linha. O CCO dispõe de uma unidade de DTS central, instalada junto ao computador central, e cada estação conta com dois DTS remotos. Sempre que o computador central tiver dados a transmitir para alguma estação, remete ao seu DTS os 30 bits da palavra, sendo 14 de dados e 16 de endereço e paridade; o DTS central memoriza a palavra recebida pelo computador, providencia sua conversão em frequência, para ser transmitida, e a envia ao DTS remoto correspondente. Este recebe a mensagem através de um modem (modulador/demodulador), converte os dados primeiramente para o formato digital/seriado e depois para paralelo. Daí são enviados a uma série de cartões, um para cada palavra, com 14 relés cada um, para cada bit de dados; esses relés se comunicam, então, diretamente com o equipamento que o CCO quer comandar.

Vamos recapitular: uma certa palavra é transmitida, o receptor vai recebê-la e decodificá-la; com o endereço contido nela, o receptor vai determinar ainda qual o cartão a que se destina, remetendo então os dados para lá. Através de um contato em cada relé operado, pode-se comandar qualquer equipamento, como o de alinhamento de rotas, abertura e fechamento de seccionadoras de alimentação, comando do sistema de ventilação, e outros.

Por outro lado, os cartões funcionam também como transmissores, informando continuamente o computador central, através do DTS. São 30 palavras de dados enviadas ininterruptamente ao computador, cada palavra dispondo de um cartão de circuito impresso, com 14 relés, cada relé correspondendo a um bit de informação. Assim, por exemplo, tem-se uma ou mais palavras correspondendo ao equipamento de controle de rotas; se surgir a informação de que um certo *gate* está aberto, haverá ativação de um relé, num desses cartões. O cartão transmissor faz então uma varredura, lendo todos os relés fechados e compondo essa leitura em palavras (30, ao todo); depois, transmite todas ao CCO, através de um modem. O DTS central recebe então as palavras e as compara, em sua memória-rascunho (*scratch-pad*), com as que tinha anteriormente. Se houve alteração em um só bit que seja, de qualquer palavra, ele provoca uma interrupção no computador e lhe entrega os novos dados.

A transmissão de dados, como dissemos, é contínua, haja ou não alteração nos dados. Somente o DTS

Uma ventilação bastante avançada

No Metrô, o sistema de renovação de ar é quase tão avançado quanto os demais sistemas. Ele é constituído, basicamente, por dois tipos de ventiladores: os insufladores, instalados nas estações, e os exaustores, localizados nos túneis e também nas estações. Os exaustores dos túneis e os insufladores apresentam vazão variável, obtida através da variação do passo das pás da hélice, desde 0° até certa abertura máxima (mesmo com o ventilador em movimento), mantendo assim uma condição climática agradável para os usuários.

Para poder manter tal condição, o sistema tem sensores espalhados pelas estações e nos túneis, medindo a velocidade, a temperatura e a umidade relativa do ar ambiente. Esses três parâmetros vão dar origem a uma grandeza chamada de **temperatura efetiva**, que é medida do conforto térmico.

É estabelecida, então, uma faixa de temperaturas efetivas, situada entre 17 e 27,4°, considerada como situação de conforto. A finalidade do sistema de ventiladores, assim, é a de manter uma certa temperatura efetiva, de acordo com a referência que lhe é fornecida (pode-se referenciar o sistema com qualquer temperatura da faixa escolhida).

Para se calcular a temperatura efetiva real, utiliza-se uma calculadora a microprocessador. Ela recebe os parâmetros de cada ponto de medição, calcula a temperatura efetiva em cada um e faz depois a média aritmética de todos eles, para cada estação. O resultado final vale como temperatura efetiva atual.

De acordo com a referência dada, então, um circuito regulador efetua uma comparação e fornece um sinal de erro. É esse sinal que vai posicionar as pás dos ventiladores insufladores e exaustores, tentando igualar a temperatura efetiva atual com a referência.

Além disso, o sistema mantém em equilíbrio o fluxo de ar nas estações, isto é, faz com que o ar seja retirado na mesma proporção em que é insuflado, evitando uma sub- ou sobre-pressão nos ambientes, o que causaria um grande fluxo de ar no acesso às estações.

Os ventiladores foram instalados em grupos de dois ou mais, e todos apresentam a mesma vazão, dentro de cada grupo. Se, por acaso, um dos ventiladores parar, devido a alguma falha, os outros de seu grupo terão sua vazão aumentada, automaticamente, a fim de compensar a perda.

Através do painel local, em cada estação, é possível alterar a vazão de qualquer ventilador e também a temperatura efetiva de referência, no caso de operação manual do sistema. Na operação automática, a temperatura efetiva de referência é selecionada entre 9 níveis diferentes.

O painel local do controle de ventilação contém a fonte de alimentação, as gavetas dos microprocessadores e conversores A/D e D/A, e ainda o sistema de regulação, que é totalmente analógico. Existem também relés remanentes ou de memória mecânica, que garantem que o sistema volte sempre a operar no mesmo nível de temperatura efetiva de referência, após ter sido desligado.

O pessoal da "sala negra", no prédio do CCO, tem a possibilidade de controlar o sistema de ventilação, de forma centralizada, tanto em operação manual como automática.

central é que pode decidir se houve realmente alteração, para que o computador seja informado.

Os horários precisos do Metrô

Devido à capacidade de transporte do Metrô, que pode chegar a colocar um trem a cada dois minutos nas estações, seus horários devem ser razoavelmente precisos. Para isso, ele dispõe de toda uma rede de relógios a quartzo, dividida em relógios mestres principais e secundários. Os principais são dois, um deles funcionando como reserva do outro e ambos instalados no prédio do CCO. Em caso de falha do primeiro, o segundo é automaticamente colocado na rede.

O relógio mestre principal envia pulsos de sincronismo às 20 estações da linha Norte-Sul, onde estão localizados os relógios mestres secundários. Estes, por sua vez, vão controlar os relógios espalhados pelas áreas públicas das estações e também aqueles instalados nas salas SSO e nas salas técnicas.

Alimentação dos sistemas, no Metrô

Ao alimentar os sistemas e equipamentos do Metrô, seus projetistas demonstraram a mesma preocupação com segurança que impera por todo o complexo. Surgiu, então, o SAL, um conjunto de dispositivos que recebem, transformam e distribuem a alimentação elétrica por todo o Metrô.

O Metrô recebe tensão da rede ao nível de 88 kV, entregue a três subestações primárias, que vão baixá-la para 22 kV. Daí, a tensão passa a uma subestação retificadora, que tem função dupla: distribuir essa mesma tensão para a subestação auxiliar e outras retificadoras, e transformar os 22 kV CA em 750 V CC, que é a tensão de alimentação dos trens. A subestação auxiliar recebe os 22 kV da retificadora, passa essa tensão a outras auxiliares e a reduz para 480 V CA (para alimentação dos bloqueios, das escadas rolantes, da ventilação e das bombas de água) e 208/120 V CA (para iluminação).

As retificadoras são em número de 10, distribuídas ao longo da linha Norte-Sul. As auxiliares são 22, uma para cada estação, além de uma para o CCO e outra para o Pátio. Se uma das primárias sofrer uma avaria, as outras duas tem condições de manter todo o sistema operando. Se falharem duas primárias de uma vez, a última mantém o sistema operando, porém dispensando serviços menos essenciais, como escadas rolantes, aceleração máxima nos trens, parte da iluminação das estações.

Existem, no Metrô, certos serviços que não podem sofrer interrupção, em nenhuma circunstância. Tais serviços, entre os quais estão o sistema de PA, o multiplex, o ATO, o ATP, a iluminação das estações, estão ligados a um sistema de proteção, denominado *no-break* (sem interrupção), que garante a operação de todos eles.

O sistema *no-break* funciona assim:

— Em primeiro lugar, os sistemas são alimentados pela rede, mas de forma indireta; na verdade, a rede envia sua tensão a um retificador/carregador de baterias, que mantém carregado o conjunto de baterias e ainda excita um inversor estático. Este apanha a tensão CC do retificador e a transforma novamente em CA, para alimentar os sistemas; obtem-se, assim, uma alimentação bem mais estável, livre de transientes.

— Caso falte a tensão da rede, por qualquer motivo, é posto em operação o grupo gerador diesel, que também envia sua tensão ao retificador.

— Se houver algum problema com o retificador, que o ponha fora de ação, cabe ao conjunto de baterias manter os sistemas operando, durante o tempo em que durar sua carga. Decorrido esse tempo, é posto a funcionar um sistema auxiliar de alimentação, logo que o retificador detectar a carga mínima nas baterias.

O sistema de *no-break* fica diretamente associado às subestações auxiliares, por isso pode ser encontrada em todas as estações da linha Norte-Sul e também no Pátio.

Agradecemos à Cia. do Metrô de São Paulo as informações que tornaram possível esta reportagem.

PRANCHETA DO PROJETISTA SÉRIE NACIONAL

A seção "Idéias do Lado de Lá", instituída há alguns meses, foi realmente um sucesso. Muitos leitores ficaram animados com a inovação e enviaram sua contribuição, às vezes até mais de uma. Mas o sucesso foi tanto, que somos obrigados a reconhecer que aquela seção não está mais dando conta das "Idéias" recebidas, que variam das sugestões mais simples aos circuitos mais complexos. Ficamos surpresos com a receptividade, que com certeza é devida, em parte, à pouca possibilidade que se dá ao entusiasta brasileiro de eletrônica de expressar sua criatividade.

Assim, decidimos criar uma outra seção de sugestões de leitores, primeiro para manter a filosofia do "Idéias", que sempre foi a de divulgar circuitos simples e sugestões; segundo, para abrir mais um espaço à criatividade dos brasileiros.

Vamos procurar seguir, aqui, os mesmos moldes da "Prancheta" americana: projetos inéditos, de autoria do próprio leitor, acompanhados de textos sucintos e no máximo três desenhos. Aproveite também esta nova oportunidade. Tire da cabeça, da gaveta, de cima da mesa, da bancada ou da prancheta aquele seu projeto e torne-o conhecido e útil a todos os leitores da NE. Será tão gratificante para eles como para você.

Começamos no mês passado com um projeto do Javier, um engenheiro chileno que trabalha aqui no Brasil. Este mês vamos apresentar uma idéia do Wolney, lá de Salvador. Estamos aguardando mais projetos seus, Wolney.

Um redutor de tensão para relê

Wolney Jorge de Oliveira Castro

O circuito da figura permite que um relê seja mantido energizado (operando) com tensão bem abaixo da nominal, reduzindo o aquecimento e prolongando a vida do mesmo. O circuito aplica ao relê, inicialmente, a tensão V_{CC}, reduzindo-a, em regime, para $V_{CC} - V_Z$.

Descrição da operação do circuito:

Quando o interruptor é fechado, o capacitor C entra em carga, impondo um curto momentâneo ao diodo zener, sendo toda a tensão de entrada (V_{CC}) aplicada ao relê. Quando o capacitor atinge a tensão do zener, o mesmo entra na região de regulação, mantendo a tensão constante; sobre o relê fica apenas a tensão de manutenção, $V_{man} = V_{CC} - V_Z$.

A tensão de manutenção, no caso mais geral, é da ordem de 30/40% da tensão nominal.

O circuito foi testado com dois relês, apresentando o seguinte resultado:

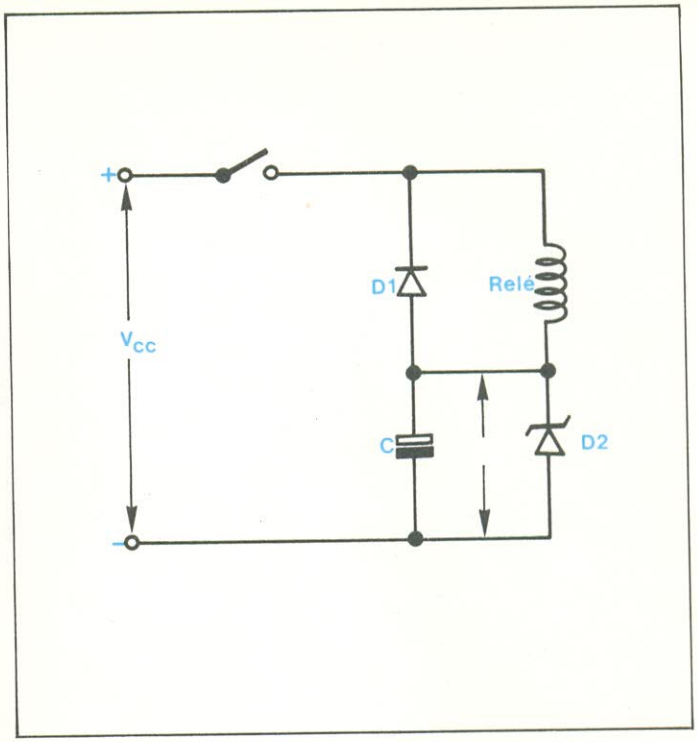
relé	*tensão nominal*	*tensão de manutenção*	*tensão de entrada*	*tensão de zener*
ZL 880006	6 V_{CC}	1 V_{CC} (17%)	6 V_{CC}	3V3
OP2RC2	12 V_{CC}	3,6 V_{CC} (30%)	12 V_{CC}	5V1

No quadro, a tensão de manutenção indica o valor de tensão, sobre o relê, que ao baixar a tensão de entrada, o coloca no limiar de desoperação. Por segurança, deve-se escolher o zener de tal forma que, para uma determinada tensão de entrada, a tensão sobre o relê, em regime, seja um pouco superior à mínima de manutenção. Se para algum tipo de relê ocorreram falhas no funcionamento, o valor do capacitor C deve ser aumentado.

Componentes usados nos testes:
D1 — diodo comutador 1N 914 (para supressão de transientes, ao cortar a alimentação para o relê)
D2 — diodos zener 3V3/1 W e 5V1/1 W
Relês — Schrack ZL 880006 e Metaltex OP2RC2

Obs.: A potência do zener deve ser escolhida superior ao produto $I_Z \times V_Z$ ($I_Z = I_{relê}$). Nos testes, esteve abaixo de 200 mV. A corrente que passa pelo relê deve ser maior que a do joelho do zener.

Resumo de aplicações do circuito:
— Manter um relê operado com tensão abaixo da nominal.
— Operar um relê quando a tensão disponível é superior à nominal do mesmo. Neste caso, se a tensão for bem superior à nominal do relê, o capacitor pode ser eliminado e o zener deve ser escolhido de forma a permitir uma tensão de manutenção superior à mínima.



COMERCIAL
BEZERRA
Ltda

KIT'S
NOVA ELETRÔNICA-
COMPONENTES

Linha Kenwood SSB VHF UHF
Wattimetros e Cargas Bird
Freqüencímetros YAESU
Instrumentos B & K
Antenas Hustler

MANAUS
R. Costa Azevedo, 139- Fone: 232-5363
R. Saldanha Marinho - 606- S/L loja nº 31

PRANCHETA do PROJETISTA

Transdutor capacitivo "sente" tensão em fibras musculares

Robert M. Wise
Medical College of Virgninia, Richmond, Va.

A tensão nas fibras musculares pode ser medida pelos mesmos transdutores capacitivos que medem deslocamento e pressão. O sempre presente temporizador 555 e um phase-locked loop *(elo fechado por fase) 560B, combinam-se com um capacitor especialmente feito para produzir uma saída analógica quando houver uma variação na capacitância. Não são requeridos circuitos sintonizados e o tamanho e a estabilidade do temporizador permitem versatilidade de projeto.*

O coração do circuito é o temporizador. Quando os pinos 2 e 6 são conectados, o temporizador dispara e funciona como um multivibrador. O transdutor carrega-se através de R1 e R2 e descarrega-se por R2. A freqüência é precisa e independe da tensão de alimentação. O tempo de carga é:

$$t_1 = 0{,}693\,(R1 + R2)C_T$$

O tempo de descarga é:

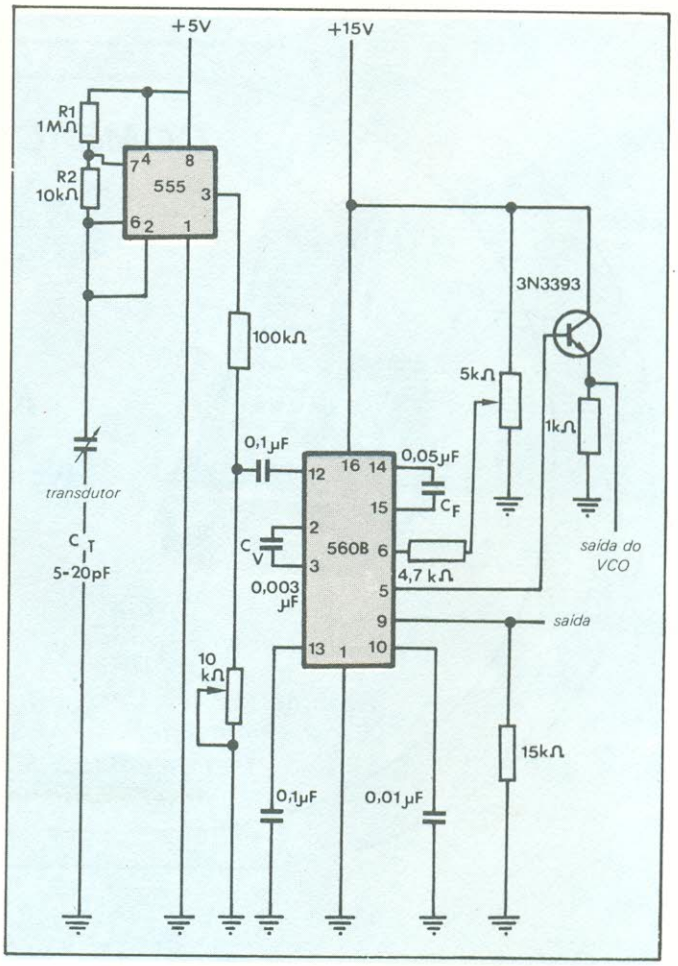
$$t_2 = 0{,}693\,(R2)C_T$$

A freqüência de oscilação é, então:

$$f = 1/T = \frac{1{,}44}{(R1 + 2R2)C_T}$$

Qualquer freqüência entre 0,1 hertz e 100 quilohertz poderá ser selecionada; os valores dos componentes mostrados na figura são para uma freqüência próxima de 100 kHz.

O sinal que entra para o 560B é comparado em fase ao de um oscilador controlado por tensão interna. O sinal de erro na saída do comparador é filtrado, amplificado e realimentado ao VCO. A fre-



Modulação de freqüência. *O transdutor capacitivo modula a freqüência do multivibrador 555. A freqüência é detectada no PLL 560B, que produz a tensão CC de saída. O arranjo é estável e compacto, apresenta resposta rápida e não requer qualquer circuito sintonizado.*

qüência que entra para o elo fechado por fase através do pino 12 deve ser atenuada para facilitar a captura e o fechamento adequado do sinal do transdutor pelo VCO. A tensão deverá estar entre 20 e 50 milivolts pico a pico.

A freqüência do VCO, que deverá ser ajustada para coincidir com a freqüência da posição zero do transdutor, é determinada principalmente pelo capacitor C_V ligado entre os pinos 2 e 3 do 560B:

$$f_{VCO} = 300/C_V$$

Onde C_V é expresso em microfarads. O ajuste fino de f_{VCO} pode ser feito por uma corrente de regulação injetada no pino 6 através de um resistor de 4,7 quilohms, e controlada pelo potenciômetro de 5 k ohms. A freqüência da posição zero do transdutor é medida no pino 12 do elo fechado por fase, e a freqüência do VCO é medida no pino 5 através do transistor seguidor de emissor 2N3393, para evitar interferir no VCO.

Um capacitor de filtragem, C_F, entre os pinos 14 e 15, determina a largura de banda desejada da informação demodulada. O valor aproximado de C_F em microfarads pode ser encontrado pela fórmula:

$$C_F = 13/B$$

Onde B é a largura de banda em Hz. O valor de 0,05 µF mostrado resulta numa saída alternada de 100 milivolts.

A malha de deenfase utiliza uma capacitância externa de 0,01 µF em conjunto com uma resistência interna de 8 quilohms, no pino 10, para produzir uma constante de tempo de 75 microssegundos para a saída demodulada no pino 9. A saída senoidal de 100 mV está sobreposta a uma tensão de offset de 12 V.

Forma de onda é sintetizada a partir de segmentos lineares

E. D. Urbanek
Bell Telephone Laboratories, Murray Hill, N. J.

Assim como uma curva pode ser representada por uma série de linhas retas, uma forma de onda também pode ser aproximada a uma sucessão de rampas de tensão. As rampas de tensão podem ser a saída de um circuito integrador comandado por uma série de pulsos retangulares de várias amplitudes e durações. A figura 1 mostra como a integração de três destes pulsos produz três rampas seqüenciais para resultar um novo formato de onda. A amplitude e a polaridade de cada pulso determinam a inclinação e a direção da rampa correspondente, e a largura do pulso determina o comprimento da rampa. A função tensão de saída poderá assemelhar-se a uma curva se forem usados pulsos e segmentos de rampas suficientes.

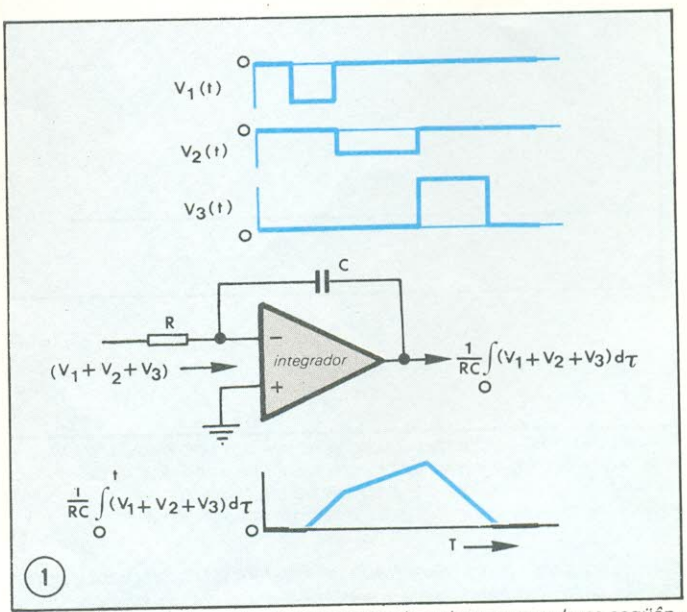
Um gerador de função que sintetiza forma de onda dessa maneira é utilizado como controle para circuitos de controle automático de ganho e geração de varredura. Como se vê na figura 2, ele contém multivibradores monoestáveis tipo 121 que geram os pulsos para serem integrados, um amplificador operacional 741 conectado como inversor para mudar a polaridade dos pulsos quando necessário, e um outro 741 conectado como integrador. O transistor 2N2481 evita derivações.

As unidades monoestáveis são agrupadas em série, de modo que a saída complementar ($\overline{Q}$) do primeiro serve como disparador para o segundo e assim por diante. Esse arranjo produz uma seqüência de pulsos positivos. A duração de cada pulso é determinada pelo resistor e pelo capacitor de temporização do monoestável, e a amplitude de cada pulso é ajustada pelo potenciômetro da saída do multivibrador. Cada pulso positivo pode ser injetado diretamente no integrador e produzirá uma rampa com inclinação negativa, ou pode ser ligado através do inversor e então ao integrador, para produzir uma rampa com inclinação positiva.

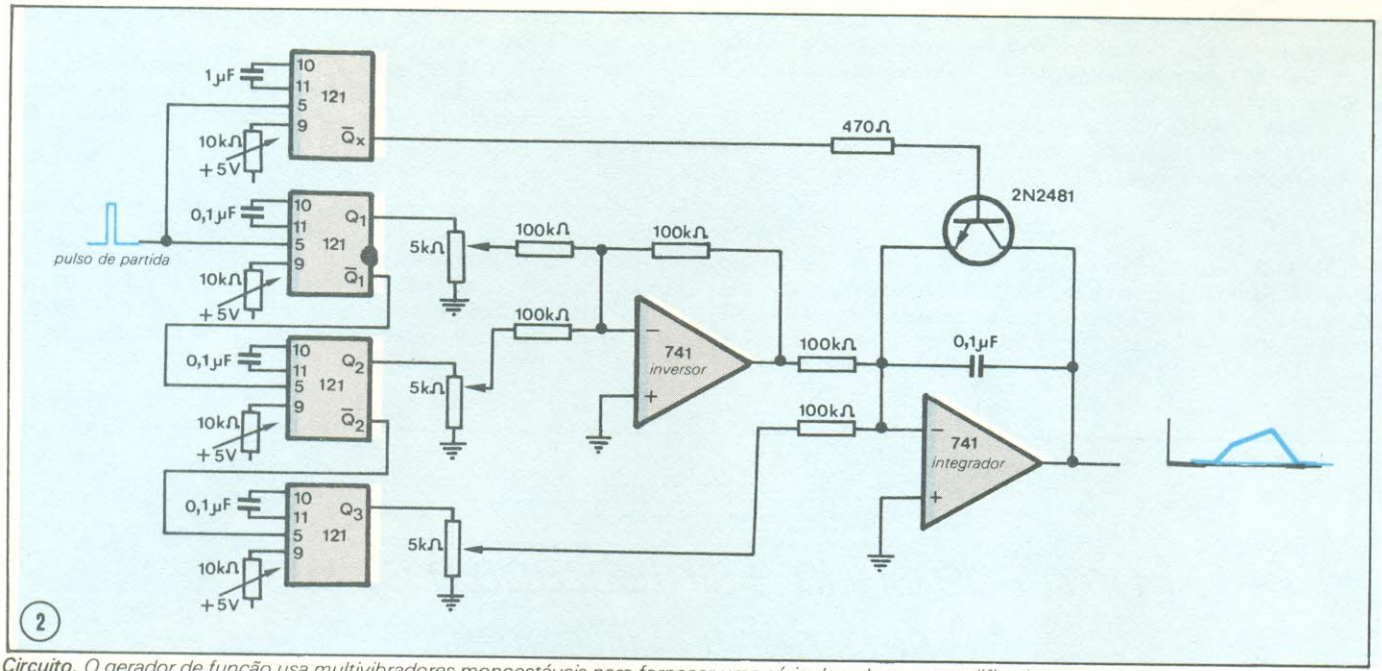
Uma unidade monoestável adicional e um transistor são usados para formar um controle anti-derivação. A saída complementar ($\overline{Qx}$) deste monoestável é empregada para comandar o transistor, o qual descarrega o capacitor de integração de 0,1 microfarad. Sem a aplicação de pulso na entrada, o transistor mantém o capacitor descarregado, retendo a saída do integrador em zero e desse modo evitando a integração de quaisquer tensões de offset. Quando um pulso de saída é aplicado à entrada para disparar o gerador de função, $\overline{Qx}$ é cortado e libera o capacitor. O tempo de corte de $\overline{Qx}$ pode ajustar-se para coincidir com o tempo total ligado do gerador, ou para terminar a forma de onda em qualquer ponto durante o tempo ligado.

Na figura 3 são mostrados traços de formas de onda de sete segmentos numa tela de osciloscópio. O nível de tensão permanece constante (porque não há pulso de entrada no integrador) entre o final do sétimo segmento e o redisparamento do pulso de partida. A tensão máxima sobre cada traço é perto de 0,5 volt, e a duração total de um traço é aproximadamente 4 milissegundos.

Em aplicações onde uma ampla faixa de inclinações de rampa são requeridas, os potenciômetros atenuadores poderão ser elimi-

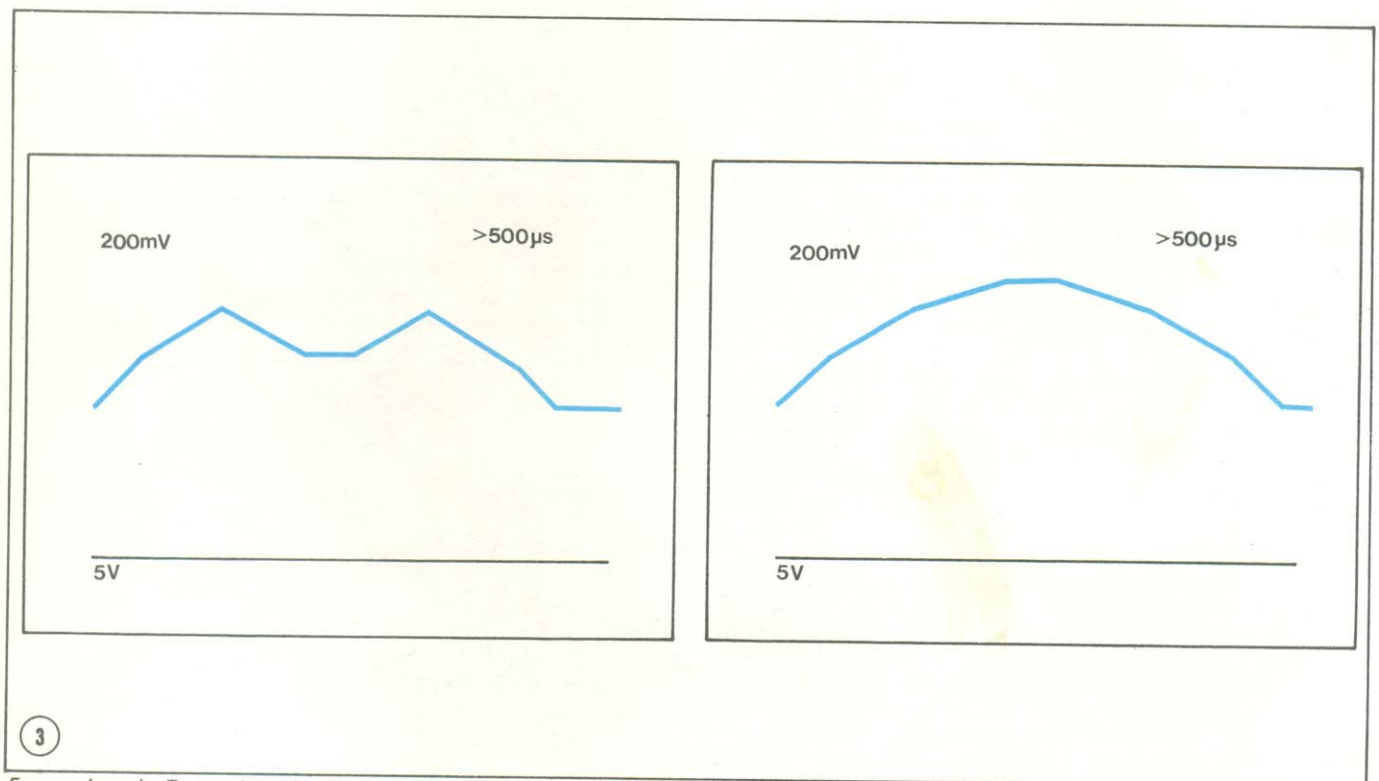


Geração de forma de onda. A integração de pulsos retangulares seqüênciais produz rampas de tensão seqüenciais que constroem formas de onda de saída. A amplitude, polaridade e duração dos pulsos determinam a inclinação, direção e comprimento das rampas.



2

Circuito. *O gerador de função usa multivibradores monoestáveis para fornecer uma série de pulsos ao amplificador operacional conectado como integrador. A polaridade dos pulsos pode ser invertida pelo amp op usado como inversor. As saídas complementares de cada gerador de pulso disparam o próximo pulso em seqüência, produzindo continuidade na forma da onda. As larguras de pulso são determinadas pela constante de tempo RC para cada monoestável, e as amplitudes dos pulsos são ajustadas por potenciômetros.*



3

Formas de onda. *Traços de osciloscópios gerados pelo gerador de função de sete segmentos. A tensão máxima nestes traços é aproximadamente 0,5 volt, e o tempo de duração dos mesmos está próximo de 4 milissegundos. Os traços podem declinar até o nível zero gradativamente, por segmentos de rampas, ou abruptamente, pelo uso de um transistor para curto-circuitar o capacitor de integração. Os traços da direita mostram aqui que apenas alguns segmentos já bastam para a aproximação de uma curva.*

nados, e os resistores de entrada no inversor e no integrador poderão ser feitos variáveis. Isso aumentará o ganho do inversor e permitirá o controle da tensão e da constante de tempo do integrador para ajuste das inclinações.

Pot linear e amp op fornecem controle compensado de volume em áudio

Robert C. Moore
Applied Physics Laboratory, Johns Hopkins University, Silver Spring, Md.

Potenciômetros logarítmicos são usados em amplificadores de áudio para compensar a resposta não linear do ouvido humano. Porém, a um custo menor, um potenciômetro linear e um amplificador operacional poderão fornecer resposta aproximada à do pot logarítmico.

A compensação dada pelos potenciômetros logarítmicos é descrita por uma função ganho:

$$V_S/V_E = f(\alpha) = 10^{2(\alpha - 1)}$$

onde o deslocamento α *do potenciômetro pode variar de* $\alpha = 0$ *(na posição totalmente anti-horária) até* $\alpha = 1$ *(na posição totalmente horária). A atenuação do sinal através do potenciômetro pode ser expressa em decibéis:*

$$\text{atenuação} = 20 \log (V_E/V_S) = 40(1 - \alpha)\,dB$$

Essa expressão mostra que a atenuação em decibéis é proporcional ao deslocamento do potenciômetro a partir da posição totalmente horária. Para obter esta função ganho inversamente logarítmico, potenciômetros não lineares especiais (aqui chamados logarítmicos) são empregados normalmente.

Devido a esses potenciômetros não poderem ser fortemente carregados sem distorção da função ganho, nas aplicações práticas de áudio eles usualmente serão seguidos por um estágio de ganho ou um seguidor de tensão com alta impedância de entrada. Porém, a função ganho reversamente logarítmica pode ser estritamente aproximada com o uso de um potenciômetro linear, um único amplificador operacional e um resistor fixo, como indica a figura 2. O amplificador operacional acrescenta a capacidade do ganho de tensão; neste circuito o ganho de tensão máximo é 8, ou 18 dB. A função transferência de tensão do mesmo é:

$$V_S/V_E = (-8\alpha)/(9 - 8\alpha)$$

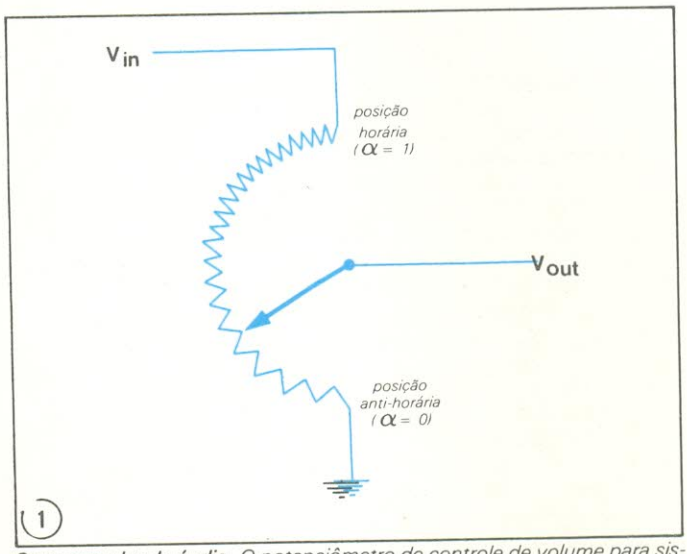
a qual se aproxima muitíssimo da função de atenuação:

$$\text{atenuação} = 40(1 - \alpha) - 18\,dB$$

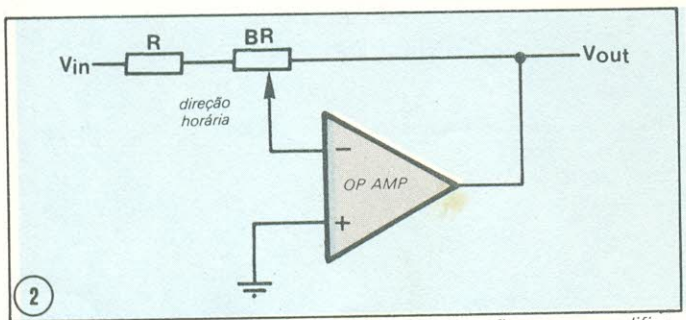
sobre a maior parte da faixa de α*. Com uma vantagem desejável, a atenuação tende a infinito quando* $\alpha = 0$.

A função de transferência do circuito da figura 2 é normalizada para:

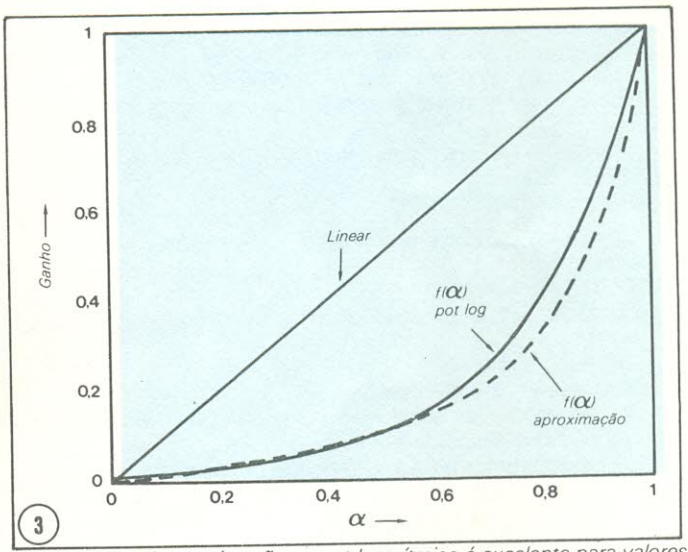
$$\hat{f}(\alpha) = \alpha/(9 - 8\alpha)$$



Compensador de áudio. *O potenciômetro de controle de volume para sistemas de som apresenta uma resistividade de redução gradativa para compensar a resposta exponencial do ouvido humano. Os caros potenciômetros logarítmicos (que devem ser seguidos por um estágio acoplador para evitar efeitos de carga) podem ser substituídos por um pot linear, um resistor fixo e um amp op.*



Substituição. *Um potenciômetro linear, um resistor fixo e um amplificador operacional, conectado como um amplificador inversor, proporcionam uma função de tranferência que se aproxima do desempenho do pot logarítmico mais 18 dB de ganho. A impedância de entrada mínima é R.*



Comparação. *A aproximação ao pot logarítmico é excelente para valores de deslocamento do potenciômetro (*α*) abaixo de 0,5 e boa por todo o restante da curva. A aproximação é exata em* $\alpha = 0{,}5$.

e comparada à compensação real de áudio na figura 3. A aproximação, que é bastante boa ao longo de toda a curva, é especialmente exata nos valores baixos de α*, onde a compensação para a reduzida sensibilidade do ouvido a baixos níveis sonoros é mais importante. As duas funções harmonizam-se exatamente em* $\alpha = 0{,}5$.

Devido ao uso de um potenciômetro linear, este circuito é mais barato que os controles de nível compensadores de áudio normais, e é muito mais conveniente para o uso em novos projetos.

O valor de R pode ser facilmente escolhido para adequar-se ao amp op e à impedância do circuito; por exemplo, um pot de 100 kΩ *e um resistor fixo de 12,4 k*Ω *poderão ser combinados com um amp op 741.* ▶

Método rápido de converter números da base 10 para qualquer outra

Hans Treichel
Siemens Corp., Cherry Hill, N.J.

Engenheiros, programadores e outros que necessitam constantemente converter números do sistema decimal para outro sistema qualquer poderão se beneficiar com este método de conversão simples e rápido.

Observe a Tabela de Conversão. A primeira coluna contém as frações 0/16, 1/16, 2/16, 3/16 ... 15/16 com 4 algarismos significativos. Nas outras colunas, cada fração é acompanhada de um dígito para as bases hexadecimal, octal e binária; todos colocados consecutivamente e em ordem decrescente.

O primeiro passo para a conversão é dividir o número decimal pela base do sistema para o qual se quer converter o número. A parte fracionária do quociente da divisão é comparada com cada fração da tabela. Escolhe-se um valor igual ou imediatamente inferior ao quociente. O algarismo correspondente à essa parte fracionária será o dígito menos significativo do número. Repete-se o processo até que o quociente da divisão seja menor que 1.

Como um exemplo, vamos converter o número decimal 321 para seu equivalente hexadecimal:

1. Divide-se 321 por 16, dando 20.0625.
2. Da tabela, 0,0625 corresponde a 1, então o dígito menos significativo vale 1.
3. Divide-se 20,0625 por 16, dando 1,2539.
4. Da tabela, 0,2539 é maior que 0,25 e menor que 0,3125, portanto, o segundo dígito menos significativo vale 4.
5. Divide-se 1,2539 por 16, dando 0,0784.
6. Da tabela, 0,0784 é maior que 0,0625 e menor que 0,125, portanto o terceiro dígito menos significativo vale 1.
7. Desde que o resultado na etapa 5 é menor que 1, a conversão está completada. Resposta 141 na base 16.

Como você pode ver, a resposta saiu depois de apenas 7 operações.

Um outro exemplo, conversão do número 687 na base 10 para a base 16:

1. 687/16=42,9375.
2. Da tabela, 0,9375 corresponde a F como o dígito menos significativo.
3. 42,9375/16=2.6836.
4. Da tabela, 0,6836 corresponde a A como segundo dígito menos significativo.
5. 2,6836/16=0,1677.
6. Da tabela, 0,1677 corresponde a 2.
7. O resultado na etapa 5 é menor que 1, então a conversão está completada. Resposta é 2AF na base 16.

A tabela permite cálculos de conversão para as bases binária, octal e hexadecimal. No entanto, o que faz este método ser interessante é que basta uma extensão para outras bases para que a tabela cubra todos os sistemas numéricos; simplesmente dividindo a base pelos números inteiros menores (por exemplo, base 5 teremos as frações 0/5, 1/5, 2/5, 3/5 e 4/5) e correspondendo as frações aos dígitos: 0/5 correspondendo a 0, 1/5 a 1, e assim por diante.

Então, para converter 28 na base 10 para a base 5, basta usar a tabela abaixo:

Fração decimal	Dígito na base
0,8	4
0,6	3
0,4	2
0,2	1
0,0	0

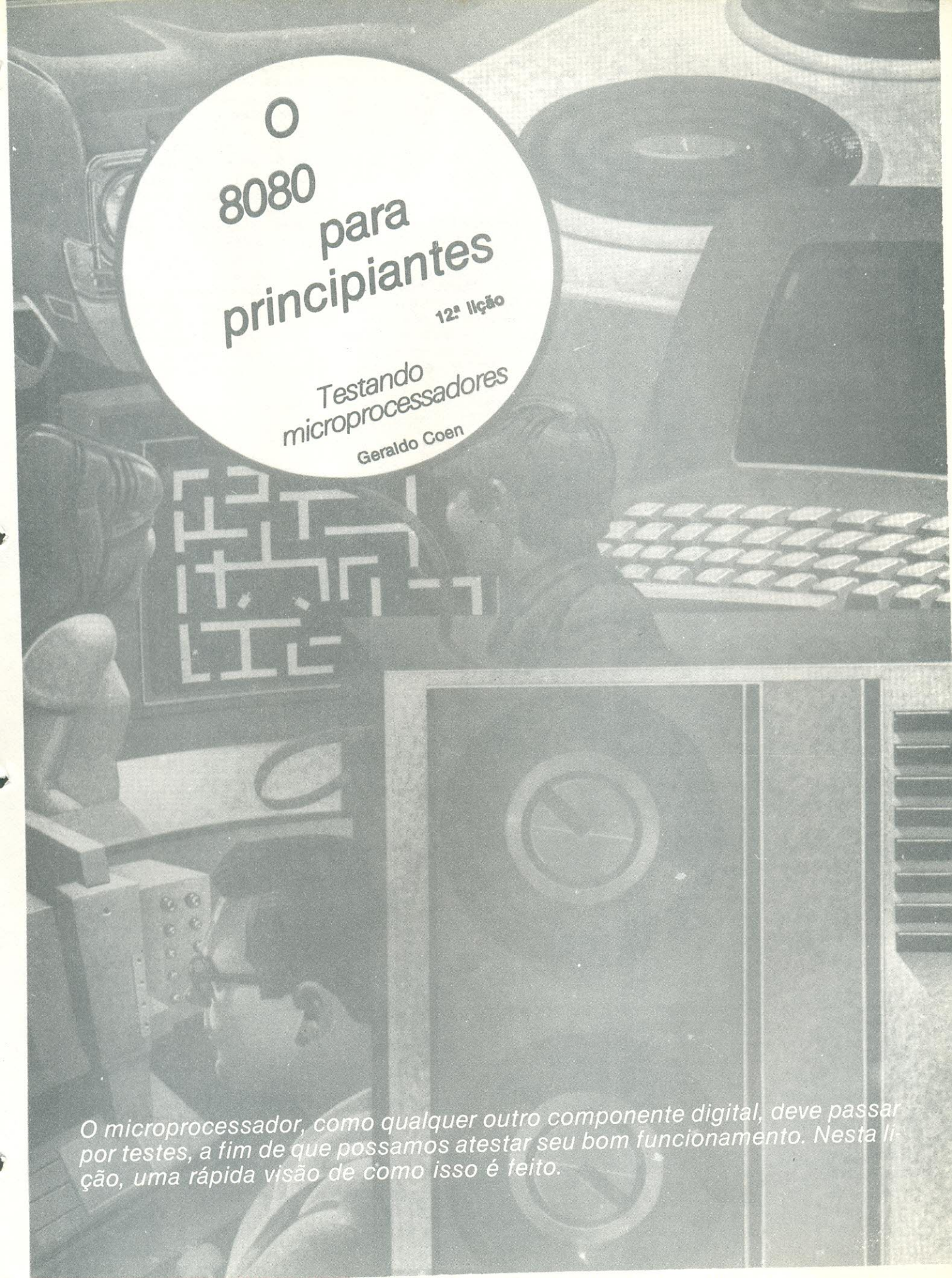
A conversão terá as seguintes etapas:

1. 28/5=5,6
2. 0,6 corresponde ao dígito 3
3. 5,6/5=1,12
4. 0,12 corresponde ao dígito 0.
5. 1,12/5=0,224.
6. 0,224 corresponde a 1.
7. Como o resultado da operação 5 é menor que 1, a conversão está completada e a resposta é 103 na base 5.

Apenas com o uso de uma calculadora pode-se, portanto, simplificar bastante as tarefas de conversão.

TABELA DE CONVERSÃO

Parte Fracionária	Hexadecimal	Octal	Binário
0,9375 a 0,9999	F	7	1
0,8750	E	7	1
0,8125	D	6	1
0,75	C	6	1
0,6875	B	5	1
0,6250	A	5	1
0,5626	9	4	1
0,5000	8	4	1
0,4375	7	3	0
0,375	6	3	0
0,3125	5	2	0
0,25	4	2	0
0,1857	3	1	0
0,125	2	1	0
0,0625	1	0	0
0,0	0	0	0



O 8080 para principiantes

12ª lição

Testando microprocessadores

Geraldo Coen

O microprocessador, como qualquer outro componente digital, deve passar por testes, a fim de que possamos atestar seu bom funcionamento. Nesta lição, uma rápida visão de como isso é feito.

O teste completo de microprocessadores integrados é normalmente tão complexo, a ponto de ser quase impossível (e muito pouco vantajoso) produzir instrumentos que verifiquem e analisem todas as características desses dispositivos. Ao invés disso, prefere-se adotar um programa de testes em dois estágios.

O primeiro estágio consiste em se descatar os componentes defeituosos, através de um circuito especial de teste. Esse circuito utiliza um programa simples, suficiente para rejeitar a maioria dos microprocessadores em más condições.

O teste final, ou segundo estágio, é efetuado em um circuito idêntico àquele em que o microprocessador vai trabalhar. Neste caso, o programa é o mesmo que a UCP deve executar, em operação normal.

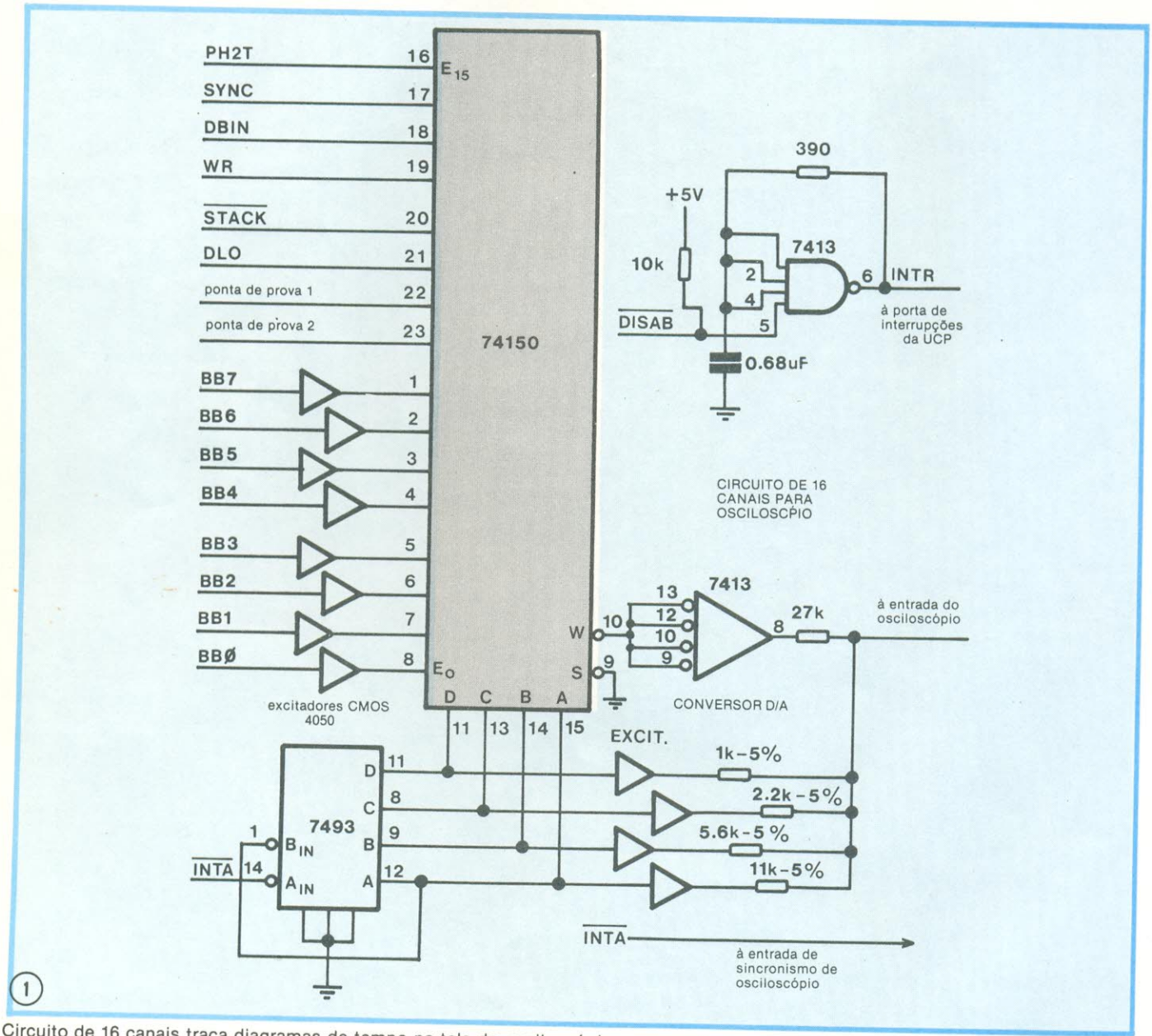
Esta é a sequência de testes mais adequada, pois, a não ser que o equipamento produzido necessite de constante atualização em serviço — através da reprogrsmsção de sua memória ROM — o custo de um programa elaborado de teste não seria justificável.

Projetos para simplificar os testes

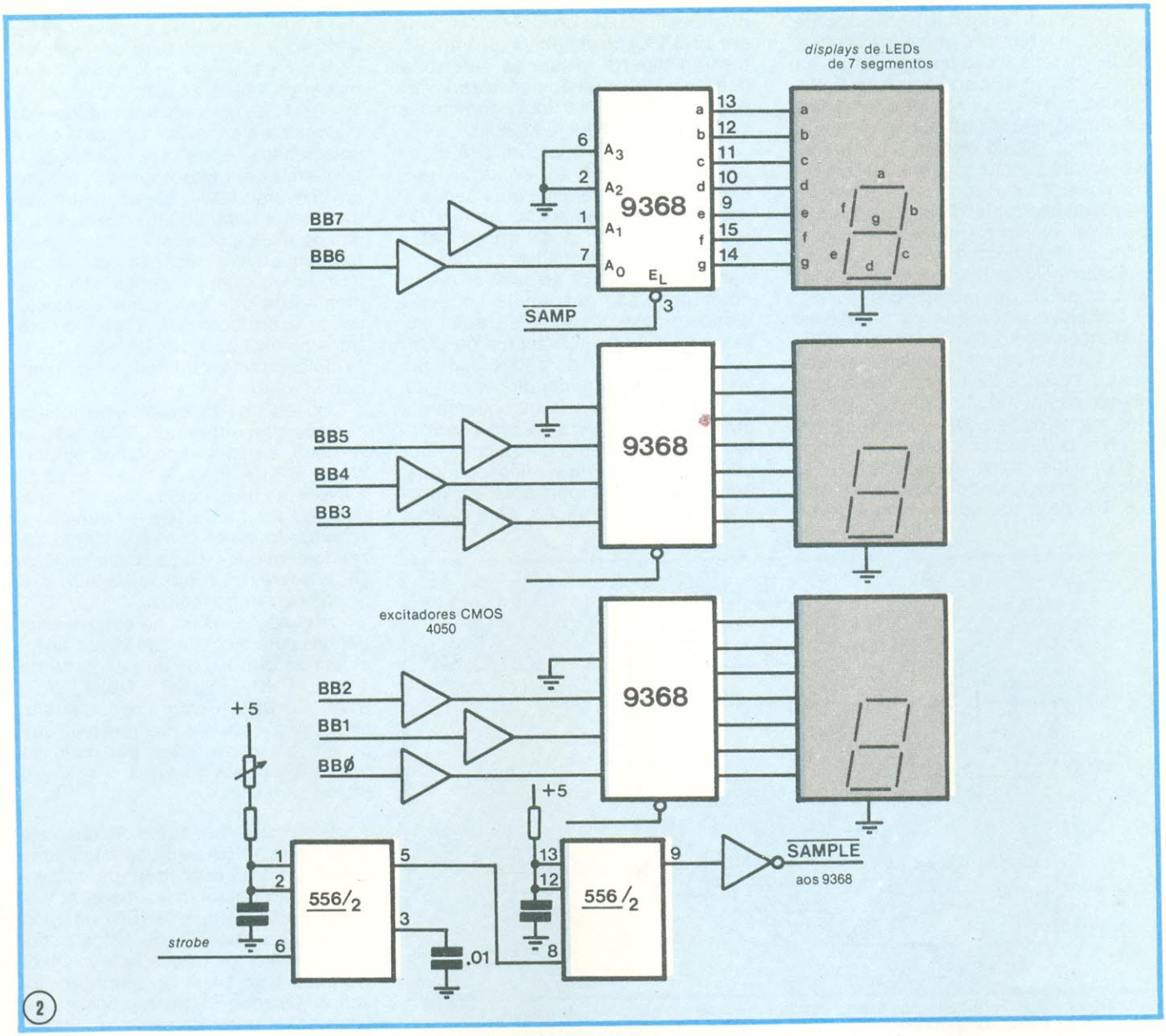
Em um microcomputador típico, muitas das falhas do sistema ocorrem como resultado de avarias em dispositivos ligados direta ou indiretamente à barra do microprocessador. Como ele é responsável pelo controle de várias funções do sistema, essas falhas fazem com que lhe sejam enviadas instruções incorretas, ocasionando desvios na execução dos programas. Apesar de parecer, muitas vezes, que esses defeitos tem origem na própria UCP, na verdade o microprocessador tende a ser um dos dispositivos mais confiáveis do microprocessador.

O equipamento essencial de análise de falhas inclui toda a instrumentação que permita, ao engenheiro ou técnico, visualizar a programação ou *software* do microprocessador, enquanto está sendo executada. É o que passaremos a ver agora.

O projetista de componentes pode auxiliar bastante o técnico de manutenção, adicionando alguns sinais ao microprocessador, para fins de teste. Assim, por exemplo, o 8080 contém, geralmente, um decodificador para *strobe* de I/O (entrada/saída), como já falamos neste mesmo curso. Esse de-



Circuito de 16 canais traça diagramas de tempo na tela do osciloscópio.



dados da barra da UCP apresentados sob a forma octal em *displays* digitais.

codificador costuma produzir mais sinais de *strobe* e habilitação do que seriam necessários para controlar as portas de entrada e saída; as saídas adicionais podem então ser designadas como sinais de teste e levadas até os pontos adequados do circuito impresso. Vamos dizer, por exemplo, que não exista a porta *Output 37*, mas que tenhamos à disposição o *strobe* DT37 desse modo, pode-se incluir a instrução OUT 37 em um ramo crucial da programação. O técnco tem a possibilidade, com esse recurso, de analisar o ponto de teste correspondente, para determinar se o programa está sendo executado, naquele estágio.

Os pontos de teste, para os sinais mais importantes do microcomputador, também devem ser de fácil acesso ao técnico de manutenção. Estamos fornecendo, logo a seguir, algumas sugestões.

Dezesseis canais num osciloscópio

Sem o equipamento apropriado, a tarefa de individualizar problemas associados a microprocessadores defronta-se com uma série de dificuldades. Isto é válido tanto para o estágio de desenvolvimento como para o de produção. O circuito que vamos descrever aqui permite apresentar 16 canais de dados digitais na tela de um osciloscópio traço simples, que disponha de varredura gatilhada. Proporciona assim um meio fácil e conveniente de análise de microcomputadores que aceitem a função de interrupção.

A figura 1 nos mostra um circuito de 16 canais para osciloscópio, montado com apenas 3 integrados TTL e 2 integrados CMOS, e já adaptado ao 8080. Observe a presença de um oscilador, utilizado para enviar sinais de interrupção repetitivos e contínuos ao microcomputador sob teste. O sinal que indica o reconhecimento de interrupções pela UCP é ligado à entrada de sincronismo externo do osciloscópio (no caso, é o sinal INTA).

A entrada vertical do osciloscópio, por sua vez, é conectada à saída do conversor D/A. Com esse arranjo, o osciloscópio passará a exibir 16 linhas de informação digital, numa distribuição bastante parecida com os diagramas de tempo que podemos ver nos manuais de microprocessadores. A primeira linha mostraria, então, o sinal PH2T; a segunda, o sinal SYNC, e assim por diante, de cima para baixo, na tela. ▷

O circuito sugerido é do tipo de varredura alternada, isto é, são necessárias 16 repetições do programa para apresentar os 16 canais na tela. Poderíamos pensar, a princípio, que a análise simultânea de 16 canais é muito complexa, dando origem a confusão. No entanto, com alguma prática na manipulação do controle de posicionamento horizontal do osciloscópio, é possível alinhar qualquer sinal com a linha vertical central da tela, e assim estudar facilmente a condição de todos os sinais do microprocessador.

Observe ainda que os resistores pertencentes ao conversor D/A, na figura 1, foram especificados para apresentar 4 grupos de 4 linhas cada, facilitando assim a distinção entre os vários traços da tela. Os resistores com tolerância de 5% produzem uma resolução satisfatória; teoricamente, já que estamos lidando com um conversor D/A de 5 its, os resistores deveriam possuir uma precisão de 1 parte em 32 (3,1%) ou até maior. Entretanto, mesmo alguns resistores selecionados de 10% poderão ser usados (escolhendo entre os valores comerciais de 1 k, 2,2 k, 4,7 k, 10 k, 22 k).

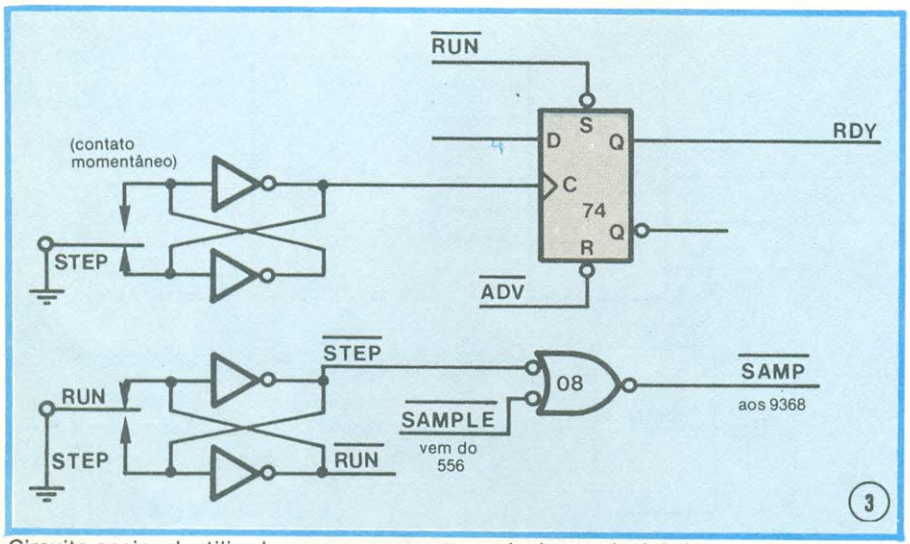
os quatro excitadores CMOS da seção D/A podem ser omitidos, apesar de que isso levará a uma pequena degradação da resolução, na tela. Os excitadores colocados entre o 74150 e a UCP devem permanecer, obrigatoriamente, ao menos no caso de microcomputadores mais simples, que não dispõem de excitadores em suas barras, para evitar a sobrecarga da UCP.

A seção osciladora, que pode ser vista no canto superior direito da figura 1, produz os sinais que chamam a atenção da UCP, ou seja, provocam interrupções na mesma, espaçadas por períodos de alguns milissegundos. Sempre que o microprocessador reconhece uma interrupção, gera o sinal INTA, incrementando o contador 7493 e provocando o disparo do osciloscópio; na tela, o traço começa a se mover da esquerda para a direita.

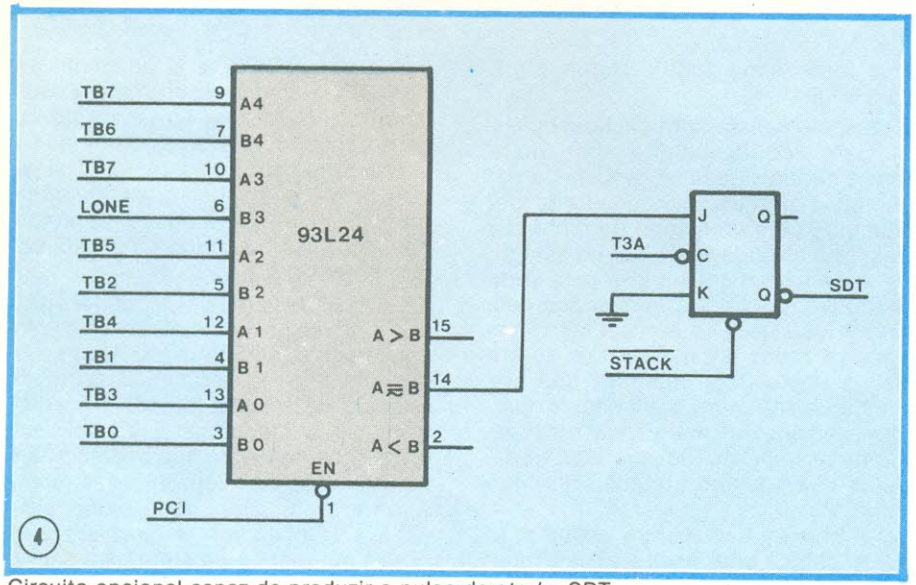
Os 4 bits de saída do contador são usados para controlar a entrada que é selecionada entre as dezesseis, e também as entradas correspondentes do conversor D/A. Essas quatro saídas do contador constituem as entradas de mais alta ordem do conversor; os resistores, então, são os "pesos" que, à medida que o contador é incrementado, e um outro canal é selecionado, fazem com que o feixe de elétrons do osciloscópio desloque-se para cima, na tela, originando assim um outro tyraço.

Os dados do canal selecionado deslocam-se através do 74150, são invertidos, e depois acoplados ao conversor D/A. À medida que o feixe se movimenta da esquerda para a direita, esse bit de dados segue fielmente a entrada do canal correspondente, fazendo com que o traço "suba" e "desça", descrevendo um verdadeiro diagrama de tempo lógicos.

No caso do 8080, as entradas sugeridas para o circuito de 16 canais incluem as oito linhas de sua barra de saída: PH2T, SYNC, DBIN, WR, STACK e DLO. Foram previstas também duas entradas de reserva, que podem ser conectadas, por meio de pontas de prova, a certos sinais que se quer analisar.



Circuito opcional, utilizado nos casos em que mais de um sinal de interrupção está presente no microcomputador sob teste.



Circuito opcional capaz de produzir o pulso de *strobe* SDT.

É aconselhável que o circuito seja ligado à barra de saída do microcomputador, como acabamos de comentar, e não diretamente à barra bidirecional de dados da UCP (BB). Isto porque as entradas TTL do 74150 poderão, na maior parte das vezes, sobrecarregar essa barra do microprocessador. Quando o microprocessador não possui barra de saída, o circuito de 16 canais deve contar com seu próprio conjunto de excitadores, a fim de isolar o 74150 da UCP. Uma boa solução é o excitador CMOS 4050, que contém seis excitadores num só encapsulamento.

Display de dados na forma octal

O sistema de 16 canais que acabamos de ver é bastante útil para se visualizar o estado lógico de cada bit da barra de dados e de qualquer outro ponto do microcomputador, à medida em que o programa é executado. Em algumas ocasiões, porém, é mais conveniente decodificar os estados lógicos da barra de dados e apresentá-los sob o formato digital. O circuito da figura 2 é ideal para tal função: é de grande utilidade na análise de programas, na localização de erros no projeto de *hardware* e na individualização de falhas nas placas de microcomputadores, durante a produção.

O potenciômetro conectado aos terminais 1 e 2 do 556 tem a função de variar o período de retardo. Girando-se lentamente esse controle (recomenda-se um potenciômetro de 10 ou 20 voltas), pode-se fazer com que o *display* se movimente ao longo do programa, apresentando os dados da barra passo a passo, em forma octal.

Se for utilizado mais de um sinal de interrupção no microcomputador em teste, é preciso prever portas adicionais que garantam que apenas aquela determinada interrupção vá disparar o temporizador. Caso contrário, um *strobe* de entrada, de saída, ou qualquer outro sinal produzido regularmente poderá disparar o 556.

Considere, por exemplo, que desejamos visualizar a barra de dados durante o tempo T3, apenas, o que nos permite saber dos códigos de instrução, dados de entrada, dados de leitura e escrita na memória — que aparecem na barra de dados do 8080 durante esse período. Imagine, além disso, que precisamos percorrer o programa ao ritmo de um ciclo de instrução por vez.

Na figura 3 temos o circuito que, adicionado ao da figura 2, vai resolver nosso problema. Quando a chave RUN/STEP é deixada na posição STEP, o 7408 está habilitando continuamente os decodificadores 9368. Sempre que a chave STEP é comutada, o terminal READY do microprocessador é habilitado pelo *flip-flop* 7474. Este flip-flop sofrerá um reset no início do próximo ciclo de máquina, enquanto a UCP voltará ao estado de espera (WAIT) no período T3 seguinte; os novos dados, presentes nesse momento na barra, são então apresentados continuamente. Por outro lado, com a chave na posição RUN, o *display* octal de dados opera da forma já descrita anteriormente. No sistema que opera como 8080, ADV é o sinal recomendado para efetuar o *reset* no *flip-flop*.

Uma "dica": manter a linha READY em aberto

Nos microcomputadores baseados no 8080, o terminal READY da UCP raramente é utilizado, no projeto final, normalmente porque o microprocessador, em certos casos, não precisa esperar por uma memória ou um periférico lento. Ao invés de ligar esse terminal diretamente aos +5 V, é preferível colocar um resistor de 10 quilohms entre ele e a alimentação, o que vai permitir ao técnico ou engenheiro levar esse terminal ao nível "0" durante os testes. Isto permitirá percorrer todo o programa do microcomputador, passando por todos os ciclos de instrução.

Utilizando as instruções de auto-transferência nos testes

Uma certa opção de operação do 8080, denominada *Out Any Register* (ao pé da letra, qualquer registrador na saída), permite que os dados de qualquer indexador sejam levados a uma porta especial de saída, através de instruções de apenas um byte. Tais instruções são chamadas de **instruções de auto transferência**; no 8080, são representadas pelos mnemônicos MOV A,A; MOV B,B; etc..

Esse tipo de operação pode ser adaptado, com vantagens, a uma útil técnica de testes. As instruções de auto-transferência, assim, ficam inseridas na memória permanente do microcomputador, localizadas em pontos-chave do programa. Durante a operação normal, essas instruções não interferem, simplesmente tomando do microcomputador um ciclo de instrução de seu tempo.

Durante o processo de teste, porém, essas instruções são decodificadas e visualizadas num osciloscópio, através do circuito de 16 canais. Um comparador 93L24 e um flip-flop 74107 (como se vê na figura 4) produzem o pulso de strobes SDT, que é utilizado para se localizar a instrução de auto-transferência na tela do osciloscópio.

Um dos métodos de se efetuar esse processo de teste consiste em se concetar uma das duas entradas de reserva do circuito de 16 canais (fig. 1) ao sinal SDT e observar o pulso correspondente na tela, ajustando os controles de posicionamento horizontal e sensibilidade do osciloscópio, a fim de otimizar a resolução.

O *strobe* SDT ocorre durante o período PCI-T4; ao mesmo tempo, o indexador designado aparece na barra de dados e será apresentado nas oito linhas inferiores da tela.

Um outro método possível utiliza o sinal SDT para provocar *strobes* no circuito de 16 canais, no lugar do sinal INTA. Note que a instrução HALT 166 do 8080 pode ser decodificada por meio desta técnica. □

A cada mês novos produtos são lançados no mercado eletrônico, equipamentos são inventados e aperfeiçoados, a NASA inicia mais uma missão, novas idéias e conceitos surgem em áudio, previsões são feitas sobre o avanço da eletrônica em todas as áreas do conhecimento humano. Você vai perder tudo isso?
Lendo Nova Eletrônica, você se mantém informado.

VENHA VER

Supermercado

NOVO SISTEMA DE COMÉRCIO EM ELETRÔNICA

TV 10

JOGO PARA TV COM 10 JOGOS:
- TÊNIS
- PAREDÃO
- SQUASH
- HOCKEY
- FUTEBOL
- GRIDBOL
- BASQUETE
- CESTA
- TIRO AO ALVO SIMPLES (1 ATIRADOR)
- TIRO AO ALVO DUPLO (2 ATIRADORES)

MIRAS MÓVEIS NO VÍDEO, COMANDADAS PELAS UNIDADES DE CONTROLES MUNIDAS DOS GATILHOS PARA DISPARAR.

Cr$ 3.334,00

MIXER

Cr$ 2334,00

MISTURADOR DE ÁUDIO COM MÓDULO DE EFEITOS ESPECIAIS, IMPRESCINDÍVEL PARA OPERAÇÃO CONJUNTA DE DIVERSOS EQUIPAMENTOS. IDEAL PARA GRAVAÇÕES DE FITAS, BAILES, FESTAS, DISCOTHEQUE, ETC. ACOMPANHA COMPLETO MANUAL DE INSTRUÇÕES.

CARACTERÍSTICAS:
- 4 ENTRADAS MONO OU 2 ESTÉREO
- 1 SAÍDA MONO OU ESTÉREO
- IMPEDÂNCIA DE ENTRADA 47K
- GANHO 200
- SAÍDA DE MONITOR 8 OHMS
- 4 CONTROLES DE ENTRADA
- ALIMENTAÇÃO 9V.

MALIDRIL

MINI-FURADEIRA IDEAL PARA FURAR PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO E TODOS OS TIPOS DE TRABALHOS MANUAIS DELICADOS.

ALIMENTAÇÃO 12V.

Cr$ 867,00

RS

CONTAGIROS

IDEAL PARA OBTER O MELHOR RENDIMENTO DO MOTOR DE SEU CARRO. ACABAMENTO PRIMOROSO E DE ALTA QUALIDADE.
ESCALA ATÉ 8.000 RPM COM INDICAÇÃO POR LED'S SEQUENCIAIS DE PONTO MÓVEL.
TOTALMENTE INTEGRADO.
FÁCIL DE MONTAR.

ULTIMAS PEÇAS

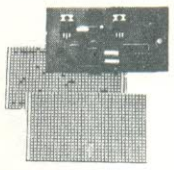
Cr$ 1.998,00

LABORATÓRIO ELETRONICO JUNIOR

IDEAL PARA A INICIAÇÃO EM ELETRÔNICA DE CRIANÇAS A PARTIR DE 10 ANOS E TAMBÉM PARA LAZER.
PERMITE A MONTAGEM, SEM SOLDA, DE 10 INTERESSANTES EXPERIMENTOS.

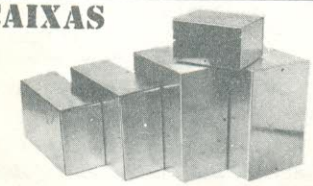
Cr$ 715,00

MALIBOARD



DIMENSÕES
100 x 95
200 x 95
300 x 95
450 x 95
100 x 47
200 x 47
300 x 47
450 x 47

CAIXAS



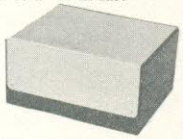
CAIXAS DE ALUMINIO

45 x 60 x 80 mm	60 x 100 x 130 mm
50 x 80 x 130 mm	60 x 130 x 150 mm
50 x 100 x 130 mm	80 x 80 x 130 mm
60 x 80 x 130 mm	80 x 150 x 250 mm

CAIXAS PLÁSTICAS PATOLA

PB 112 124 x 85 x 52 mm EXT.
PB 114 148 x 97 x 54 mm EXT.

PB 201 86 x 69 x 39 mm EXT.
PB 202 97 x 69 x 51 mm EXT.
PB 203 96 x 85 x 42 mm EXT.



ESTOJO COM 13 DIVISÕES.
IDEAL PARA ACONDICIONAR COMPONENTES ELETRÔNICOS, PARAFUSOS, TERMINAIS E MUITAS OUTRAS PEÇAS PEQUENAS.

CAIXAS PLASTICAS P/ RELOGIO DIGITAL

PATOLA - CP.011	90 x 56 x 31 mm EXT.
PATOLA - CP.020	120 x 115 x 50 mm EXT.
MOLDAÇO -	120 x 115 x 65 mm
MOLDAÇO -	92 x 70 x 50 mm

PATOLA - CP.011

MOLDAÇO - 92 x 70 x 50 mm

DIMENSÕES
350X280X100mm
240X75X200mm

PATOLA - CP.020
MOLDAÇO - 120 x 115 x 65 mm

MALIGRAF

CANETA ESPECIAL COM TINTA RESISTENTE A ÁCIDOS, PARA CONFECÇÃO DE DESENHOS DE CIRCUITO IMPRESSO DIRETAMENTE NA PLACA.

Cr$ 150,00

RS

PESQUISADOR E INJETOR DE SINAIS

IDEAL PARA LOCALIZAÇÃO DE AVARIAR E FAZER AJUSTES EM EQUIPAMENTOS DE ÁUDIO.

PESQUISADOR
- ALTA SENSIBILIDADE
- AMPLIFICADOR INTEGRADO
- ENTRADA DE AF E BF
- CONTROLE DE VOLUME

INJETOR
- ONDA QUADRADA
- HARMÔNICA ATÉ FAIXA DE RF
- CONTROLE DE INTENSIDADE
- SINAL DE GRANDE AMPLITUDE.

Cr$ 1.300,00

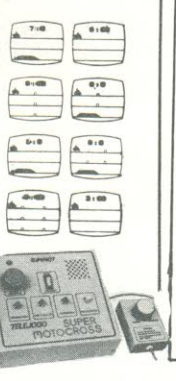
MALIKIT MK III

LABORATÓRIO COMPLETO PARA CONFECÇÃO DE PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESSOS.

Cr$ 1.034,00

TELEJOGO SUPER MOTOCROSS

TELEJOGO SUPERKIT TOTALMENTE MONTADO.
DOS JOGOS MAIS EMOCIONANTES E AGRADÁVEL PASSATEMPO.
- 4 TIPOS DE JOGOS COM MAIS 4 VARIAÇÕES.
- CONTAGEM ATRAVÉS DE CRONOMETRO ELETRÔNICO AUTOMÁTICO.
- CONTROLE REMOTO DE ACELERAÇÃO.
- EFEITOS SONOROS DE IMITAÇÃO PERFEITA.
- 6 MESES DE GARANTIA.



Cr$ 2.500,00

SUPERMICRO TRANSMISSOR FM

- * Alcance 100 metros
- * Pilhas Miniaturizadas
- * Pode ser ouvido em qualquer Rádio FM
- * Ótimo som podendo ser usado como microfone sem fio ou intercomunicador
- * Simples de montar dispensando ajustes (bobina impressa)

O microfone oculto dos agentes secretos agora ao seu alcance.

SCORPION

Cr$ 635,00

VENDAS POR REEMBOLSO É CONOSCO

RADIOSHOP

VENHA CONHECER-NOS PESSOALMENTE

TEMOS PREÇOS ESPECIAIS PARA QUANTIDADES

HOBBY KIT

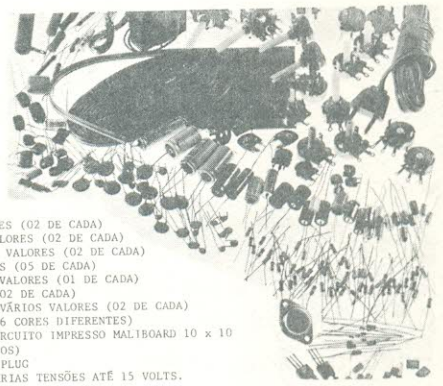
O PACOTE DE COMPONENTES QUE FALTAVA EM SUA BANCADA DE EXPERIÊNCIAS.

LANÇAMENTO EXCLUSIVO

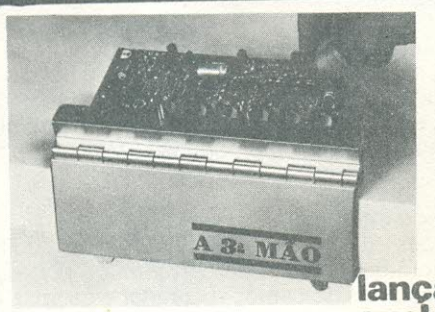
HOBBY KIT

DE Cr$ 2.473,00

POR APENAS Cr$ **1.498,00**



02 DIODOS GERMANIOS 1N60
02 DIODOS COMUTAÇÃO 1N914
04 DIODOS RETIFICADOR 1N4001
02 DIODOS ZENER 5,1 VOLTS
02 DIODOS ZENER 9,1 VOLTS
02 DIODOS ZENER 12 VOLTS
10 TRANSISTOR BC 237 (NPN)
10 TRANSISTOR BC 307 (PNP)
02 TRANSISTOR BF 255
02 TRANSISTOR TIP 31 (NPN)
02 TRANSISTOR TIP 32 (PNP)
01 TRANSISTOR 2N3055
01 INTEGRADO NE555
01 INTEGRADO LINEAR µA741
04 LED VERMELHO GRANDE
50 COND. ELECT. VÁRIOS VALORES (02 DE CADA)
50 COND. CERÂMICOS VÁRIOS VALORES (02 DE CADA)
20 COND. DE POLIETSER VÁRIOS VALORES (02 DE CADA)
100 RESISTÊNCIAS DE 1/4 WATTS (05 DE CADA)
10 RESISTORES DE FIO VÁRIOS VALORES (01 DE CADA)
10 TRIMPOTS VÁRIOS VALORES (02 DE CADA)
20 POTENCIOMETROS DE CARVÃO VÁRIOS VALORES (02 DE CADA)
60 METROS DE FIO FLEXÍVEL (06 CORES DIFERENTES)
01 PLACA PADRONIZADA PARA CIRCUITO IMPRESSO MALIBOARD 10 x 10
01 CARTELA DE SOLDA (02 METROS)
01 CABO DE FORÇA 1,5 M COM PLUG
01 TRANSFORMADOR 110/220 VÁRIAS TENSÕES ATÉ 15 VOLTS.



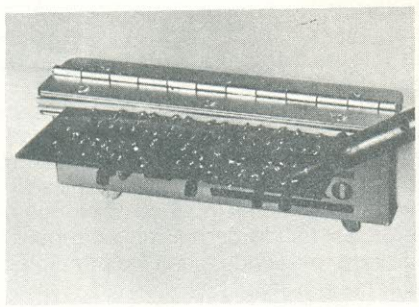
lançamento exclusivo

A 3ª MÃO EM ELETRÔNICA

- FIXE A 3ª MÃO NA BANCADA
- COLOQUE SEU CIRCUITO IMPRESSO NA POSIÇÃO INDICADA. VEJA COMO FICA FÁCIL COLOCAR, SOLDAR E DESSOLDAR SEUS COMPONENTES.

DE Cr$ 687,00

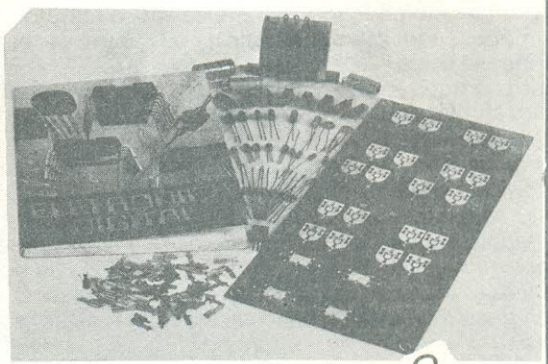
POR Cr$ **423,00**



DIGIKIT

ELETRÔNICA DIGITAL NA PRÁTICA

O QUE TODOS ESTAVAM ESPERANDO (ESTUDANTES, HOBISTAS, ESCOLAS, ETC.): UM COMPLETO CURSO DE ELETRÔNICA DIGITAL, EM FORMA DE LABORATÓRIO DE APLICAÇÃO.



TODA A TEORIA	- Led's
- Volume de 128 páginas	- Capacitores cerâmicos
TODOS OS COMPONENTES	- Capacitores eletrolíticos
- Placa laboratório	- Retificadores de silício
- Circuitos integrados	- Resistores
- Transistores	- Transformador de alimentação

Cr$ **2.334,00**

VISITE NOSSA FILIAL EM CURITIBA

RADIOSHOP

AV. VISCONDE DE GUARAPUAVA, 3.361 - FONE: 232-3781 - CURITIBA – PARANÁ

Memórias Bubble exigem métodos particulares de teste

Steve Bisset, *Megatest Corp.*,
Califórnia

Steve Bristow e Tom T. Chen,
Rockwell International Corp., Texas

Devido à estrutura toda especial das memórias de "bolhas", os sistemas encarregados de testá-las devem ajustar campos magnéticos, localizar as margens de operação e mapear os laços defeituosos.

Os procedimentos de teste confiáveis e baratos tem um papel importante na aceitação comercial de qualquer nova tecnologia microeletrônica, e as memórias *bubble* não são exceção. Elas trouxeram uma nova bateria de problemas de caracterização, que exige sistemas de teste especialmente projetados, já que os campos magnéticos variáveis que manipulam as "bolhas" devem estar cuidadosamente temporizados e balanceados. Além disso, a arquitetura de densidade elevada, com o estilo dos registradores de deslocamento, e as freqüências de *clock* relativamente baixas resultam em períodos de teste de vários minutos em cada memória. Tudo isso tende a elevar os custos de testes a níveis indesejáveis.

Quatro estágios da fabricação de memórias *bubble* costumam exigir testes, a fim de assegurar a qualidade dos dispositivos:

- Testes na bolacha, que são efetuados antes que as pastilhas individuais das memórias sejam separadas. Isto deve ser feito sem a presença das bobinas de excitação, que serão depois enroladas em torno de cada pastilha. Durante o teste, simula-se o campo excitador por meio de bobinas externas localizadas acima e abaixo da bolacha; várias centenas de watts são necessárias para ativar essas bobinas.

- Faz-se uma pesquisa sobre polarização, antes que os imãs polarizadores sejam instalados. No caso o campo é simulado por um eletro-imã, e efetua-se então uma checagem nas regiões de operação, a vários níveis de campo, até que seja encontrado o nível ótimo.

- Após a montagem dos magnetos polarizadores, acima e abaixo da pastilha, é preciso verificar e ajustar acuradamente a magnetização, a fim de compensar as variações ocorridas durante o processamento e encapsulamento.

- Logo em seguida à instalação das blindagens magnéticas, a memória é submetida a rigorosos testes finais, passando por muitas variações das piores condições de operação. Os laços de armazenagem defeituosos são identificados e mapeados, em alguns casos num laço adicional, e em outros, em algum meio externo, como um folheto de especificações ou uma memória PROM.

Os circuitos de interface

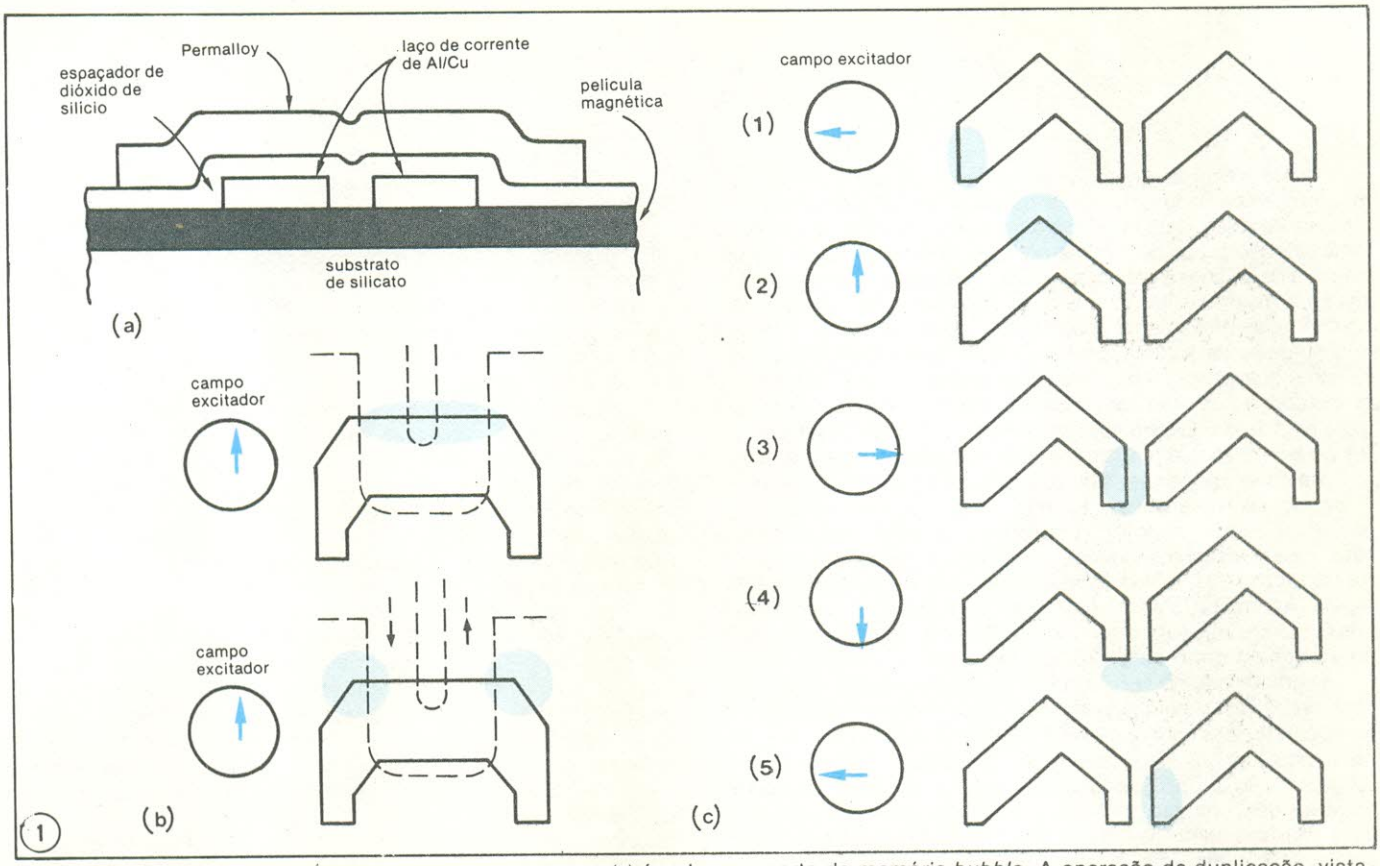
As seções ativas de uma memória de "bolhas" incluem os circuitos de laços de corrente (ou portas), os detectores, as bobinas do campo excitador e os imãs do campo polarizador. Um sistema de testes para dispositivos *bubble* deve possuir circuitos intermediários capazes de alterar os parâmetros de controle associados a tais seções, a fim de permitir a caracterização de cada memória, assim como a análise de defeitos.

As portas formam-se quando se deposita um laço condutor por baixo de um traçado de *permalloy;* o laço, quando energizado, produz um campo magnético local. As portas encarregam-se de gerar (ou "nuclear"), transferir, duplicar e eliminar "bolhas" (figura 1a). Cada operação depende da fase, largura e amplitude do pulso de corrente que passa pelo laço da porta.

Um pulso de corrente bastante elevado pode inverter a magnetização no interior do laço e assim, gerar um domínio magnético reverso — uma "bolha". Um pulso elevado em sentido oposto pode ser utilizado para eliminar uma "bolha" que esteja no laço. O campo gerado pelo laço pode ainda ser usado para atrair ou repelir "bolhas", fazendo-as percorrer o traçado; esse é o princípio das funções de transferência e troca.

A duplicação é realizada por meio de um laço estreito de corrente. Nesse caso, um forte pulso de corrente corta ou divide as "bolhas" em duas outras, conforme nos mostra a figura 1b.

O sistema de testes para memória *bubble* deve ser capaz, também, de fornecer formas de onda ajustáveis em amplitude, fase e largura. Esses parâmetros devem permitir



Operações internas — A visão em corte que aparece em (a) é a de uma porta de memória *bubble*. A operação de duplicação, vista por cima em (b), é efetuada ao se aplicar um pulso estreito de corrente ao laço da porta, causando assim o desaparecimento do domínio magnético central. A magnitude e a fase do campo excitador podem ser variadas, permitindo testar o espaçamento e o processamento dos traçados, além da propagação das "bolhas" (c).

uma programação bastante flexível, para que as margens de operação dos dispositivos sejam plenamente caracterizadas. Alguns dos pulsos devem ter uma largura superior a 360°, pois precisam ultrapassar os limites do ciclo de propagação (veja a figura 1c).

Lendo a saída

O aparelho de testes, além de tudo, tem a obrigação de detectar ou ler os dados de saída da memória, necessitando assim circuitos que se comuniquem com o detector de "bolhas" da mesma. Pode-se detectar uma "bolha" através da alteração que provoca na resistência do detector de *permalloy* alteração devida ao efeito magneto-resistivo. A resistividade de uma película de *permalloy* varia de acordo com o ângulo existente entre o vetor de magnetização e a direção do fluxo de corrente através da película.

A resistência da película de *permalloy* é também influenciada pela direção do campo excitador rotativo, responsável pela propagação das "bolhas". Seu efeito é bem mais marcante que aquele ocasionado pela presença de uma "bolha"; o sinal correspondente a uma "bolha" aparece como uma pequena perturbação no sinal total de saída. Esse pequeno distúrbio é manipulado por um detector falso ou inativo, instalado próximo ao primeiro detector; o sinal do campo giratório vai então aparecer como um sinal de modo comum em ambos os detectores, sendo facilmente eliminado e permanecendo apenas o sinal diferencial da "bolha".

Normalmente, o sensor do aparelho de testes faz uma amostragem da tensão diferencial de saída, em um certo ponto, enquanto a "bolha" passa pelo detector — o ponto de grampeamento — e depois a compara com a tensão captada em um segundo ponto, com a "bolha" ainda sob o detector — o ponto de *strobe* (figura 2). Isto proporciona uma indicação da sensibilidade do detector.

O aparelho deve possuir, entre seus vários recursos, comparadores duplos que possibilitem verificar a margem de ruído nas saídas. A fase dos pontos de grampeamento e *strobe* deve ser programável, assim como o limiar de cada comparador.

Os magnetos de polarização permanente das memórias *bubble* produzem um campo uniforme, quase perpendicular ao plano da película magnética, onde as "bolhas" definem-se pela sua polaridade reversa. Esse campo de polarização é ajustado com uma ligeira inclinação, para que seja criado um diminuto componente do campo, paralelo à superfície, que assegure a não-volatilidade das "bolhas", sempre que o dispositivo estiver inativo.

O campo excitador, de propagação das "bolhas", é criado no próprio plano da película magnética por intermédio de duas bobinas, enroladas em torno do dispositivo com um ângulo de 90° entre si. Essas bobinas são excitadas por formas de onda triangulares, trapezoidais ou senoidais e as duas correntes que as excitam permanecem defasadas de 90°. Os campos magnéticos resultantes dão origem a um vetor paralelo ao plano do silicato, que gira para guiar as "bolhas" ao longo das vias de *permalloy*.

Teste das margens do campo

O aparelho de testes deve poder variar o ambiente magnético que produz, a fim de determinar os limites de desempenho das memórias, em várias fases da produção. Mais especificamente, ele precisa variar a magnitude do campo excitador, desde uma corrente de pico de algumas

Apresentamos o inventor das memórias bubble

Como era de se esperar, esta inovação que revolucionou a armazenagem de dados em grande escala surgiu também dos Laboratórios Bell, seguindo o exemplo do transistor e do raio laser. O principal idealizador dessas memórias é Andrew H. Bobeck, um cientista de 53 anos e pai polonês. De acordo com suas própria palavras, a maior satisfação que teve, ao desenvolver esses novos componentes, foi a de ter revitalizado a ciência do Magnetismo, à qual ninguém dava atenção havia muito tempo e permanecia estacionária, quase estagnada. Pelo seu trabalho, Bobeck foi homenageado com a Distinção por Empreendimento do ano de 1979, instituída pela revista Electronics para tornar conhecidos os engenheiros ou cientistas que mais se destacaram no campo da Eletrônica.

As novas memórias estão baseadas na produção e movimento de "bolhas" magnéticas, que na verdade são inversões localizadas de um campo magnético presente em uma fina película de silicato. Esse material é enriquecido com vários elementos, especialmente terras raras, que dirigem o campo magnético da forma desejada. Assim, as "bolhas" podem ser consideradas como pequenos magnetos móveis, com um dos pólos voltado para a superfície do silicato e o outro para a parte inferior do mesmo.

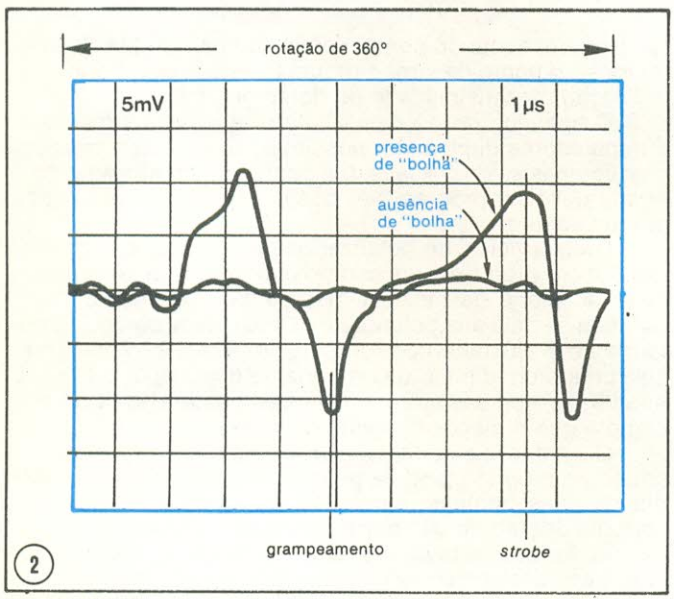
O grande achado de Bobeck foi o de fazer os vetores magnéticos perpendiculares à superfície do silicato. Experimentos anteriores conduzidos com materiais magnéticos utilizavam a magnetização no próprio plano do material. Esse campo magnético, apesar de paralelo à superfície, também podia ser invertido, formando domínios que, como as "bolhas", podiam movimentar-se pelo material. Mas tais domínios exibiam um formato alongado e possuíam uma direção preferencial de deslocamento. Portanto, a idéia de colocar o campo "em pé" foi o principal fator de sustentação das "bolhas" magnéticas.

Se assumirmos, por exemlo, que uma certa "bolha" tem seu pólo negativo apontando para cima, poderemos movê-la se posicionarmos um pólo magnético positivo próximo a ela. Os pólos de sinais opostos vão se atrair e, à medida que a "bolha" se desloca, os vetores magnéticos imediatamente à frente e por trás da mesma vão invertendo suas orientações, fazendo com que o diâmetro dela permaneça praticamente constante.

Existem duas formas de se criar pequenos magnetos na superfície do silicato e, em conseqüência, duas maneiras de se movimentar as "bolhas". A primeira delas consiste em se fixar pequenas barras de *permalloy* magnético sobre a superfície; a pastilha é então embebida num conjunto de bobinas cruzadas, que produzem um campo rotativo, paralelo ao silicato. As pequenas ilhas de *permalloy,* ganhando e perdendo facilmente sua magnetização, tomam o campo e em cada uma a polaridade rotativa torna-se capaz de atrair "bolhas" e de mandá-las para a frente.

Esse método, chamado de **acesso pelo campo magnético,** é aproveitado por todos os dispositivos *bubble* existentes no mercado. O outro método, no qual Bobeck está trabalhando atualmente, recebeu o nome de **acesso por corrente ou condutor.**

São inúmeras as vantagens desses dispositivos de segunda geração. Em primeiro lugar, dispensam as bobinas, necessárias às memórias de acesso pelo campo, podendo assim operar com freqüências de até 1 MHz. Além disso, oferecem a possibilidade de trabalhar com uma fonte única, de +5 V. Resta esperar que Bobeck nos brinde com mais este avanço da Eletrônica.



Detecção diferencial — A tensão sobre o detector é comparada em dois pontos de um ciclo — grampeamento e *strobe* — a fim de se detectar as "bolhas" que passam sob o mesmo. A sensibilidade do detector é experimentada ao se variar esses dois pontos e os limiares do comparador.

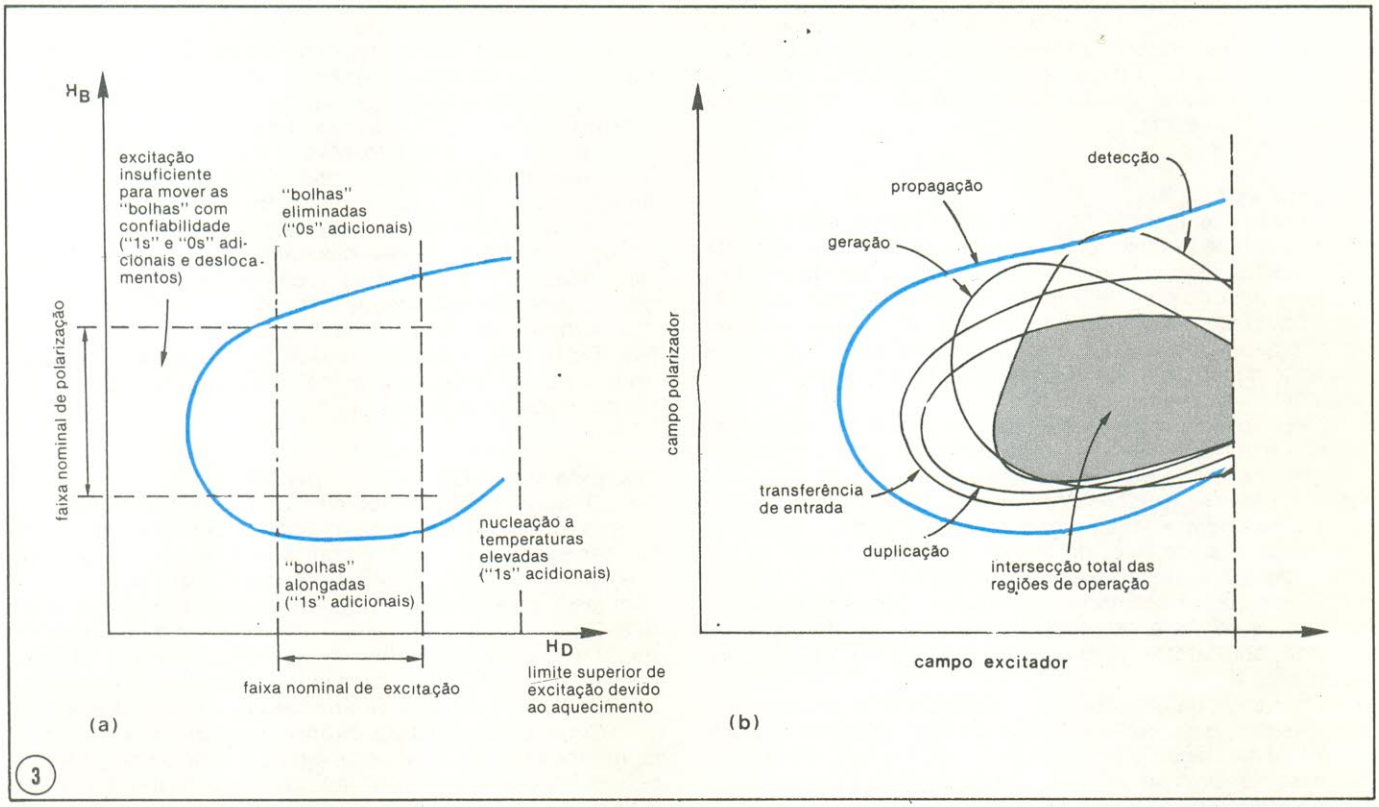
centenas de miliampères, nas próprias bobinas do dispositivo, até vários ampères, nas grandes bobinas de prova das bolachas. Durante esse teste e também durante a procura pela polarização ideal, antes que os imãs permanentes da memória sejam instalados, o aparelho deve ainda excitar bobinas polarizadoras.

Um campo forte demais tende a eliminar "bolhas", enquanto um campo muito fraco pode ocasionar a nucleação espontânea de "bolhas" ou fazer com que se convertam em domínios alongados (*stripeout*). Em ambos os casos, há uma perda de dados. A figura 3a nos mostra uma curva típica de limites de operação para os campos excitador (H_D) e polarizador (H_B). Dentro da faixa de estabilidade das "bolhas", entre o anulamento e o alongamento, o tamanho das mesmas é determinado pela intensidade do campo polarizador. A maior parte dos traçados de *permalloy,* que dirigem a propagação das "bolhas", exigem que elas tenham certas dimensões específicas para operar adequadamente.

Existe sempre um valor mínimo para o campo de excitação, abaixo do qual as "bolhas" não vão se movimentar de uma forma muito confiável ou simplesmente não se movem. Por outro lado, um campo excitador muito intenso vai causar nucleação ou alongamento das "bolhas", com valores reduzidos do campo polarizador. Em temperaturas elevadas, a excitação magnética intensa demais poderá ocasionar nucleação espontânea; este fenômeno é reforçado pela temperatura excessiva das memórias, devido à dissipação verificada nas bobinas com altas correntes de excitação.

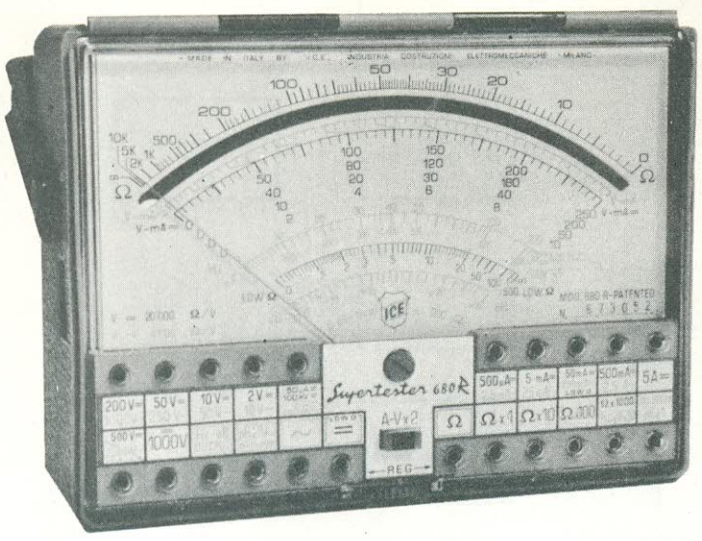
Cada função do dispositivo exibe uma região de operação diferente. As portas, por exemplo, apresentam margens multidimensionais: são afetadas pela amplitude, fase e largura do pulso do laço de corrente, assim como pela intensidade dos dois campos magnéticos.

Assim que se estabelece um conjunto de parâmetros de pulsos, as regiões de operação das várias funções podem ser então comparadas. Na figura 3b podemos apreciar as típicas áreas de operação das funções de propagação,



Margens de operação — A magnitude do campo excitador (H_D) e do campo polarizador (H_B) limita as margens de operação de um dispositivo *bubble* (a). Cada função exibe uma região diferente de operação (b). A intersecção de todas as regiões vai determinar a região total de operação do dispositivo.

O SUPERTESTER PARA TÉCNICOS EXIGENTES!!!



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MOD. 680R

10 funções, com 80 faixas de medição:

VOLTS C.A.	— 11 faixas de medição: de 2 V a 2500 V
VOLTS C.A.	— 13 faixas de medição: de 100 mV a 2000 V
AMP. C.C.	— 12 faixas de medição: de 50 uA a 10 A
AMP. C.A.	— 10 faixas de medição: de 200 uA a 5 A
OHMS	— 6 faixas de medição: de 1/10 de ohm a 100 megohms
REATANCIA	— 1 faixa de medição, de 0 a 10 Megohms
CAPACITANCIA	— 6 faixas de medição: de 0 a 500 pF — de 0 a 0,5 uF — e de 0 a 50 000 uF, em quatro escalas
FREQUÊNCIA	— 2 faixas de medição: de 0 a 500 e de 0 a 5000 HZ
V SAÍDA	— 9 faixas de medição: de 10 V a 2500 V
DECIBÉIS	— 10 faixas de medição: de -24 a + 70 dB

Fornecido com pontas de prova, garras jacaré, pilhas, manual e estojo.

PREÇOS ESPECIAIS PARA REVENDEDORES

Estamos admitindo representantes ou vendedores autônomos

PEÇAM FOLHETOS ILUSTRADOS COM TODOS OS INSTRUMENTOS FABRICADOS PELA «I.C.E.» — INDÚSTRIA COSTRUZIONI — ELETTROMECCANICHE, MILÃO

Comercial Importadora Alp Ltda.

Alameda Jaú, 1528 — 4.º andar — conj. 42 — fone: 881-0058 (direto) 852-5239 (recados) CEP 01420 — S. Paulo — SP

duplicação, transferência de entrada e saída, geração e detecção de "bolhas". Assim, a região final de operação do dispositivo é a intersecção (área sombreada) de todas as regiões individuais. O desempenho do integrado é otimizado, em parte, ao se projetar cada função de modo a maximizar essa intersecção.

Isolando as funções

Para se analisar os fatores que limitam o desempenho da memória, é preciso isolar a região de operação de cada uma das funções. Como a memória *bubble* é um dispositivo seriado, poderia parecer impossível, à primeira vista, determinar qual das funções não respondeu normalmente a uma mudança no campo excitador ou polarizador. No entanto, a isolação de falhas é facilmente efetuada pela alteração momentânea no campo magnético.

Por exemplo, para analisar a região de operação da função transferência de entrada, é necessário estabelecer, primeiramente, as condições de operação sob as quais trabalham todas as funções do integrado. Depois, durante o ciclo em que ocorre essa função de transferência, o aparelho de testes altera o valor do campo polarizador e/ou excitador; logo que a função é concluída, faz os campos retornarem aos seus valores nominais. O valor alternativo pode ser variado de forma a caracterizar a função transferência de entrada, sem afetar grandemente a operação de qualquer outra função.

Portanto, para se obter a caracterização do dispositivo, é necessário que o aparelho de teste seja capaz de variar os níveis de excitação e polarização durante o funcionamento da memória. Uma parcela do sistema de teste é devotada ao complexo controle dos circuitos de *interface* (veja o diagrama funcional de blocos na figura 4).

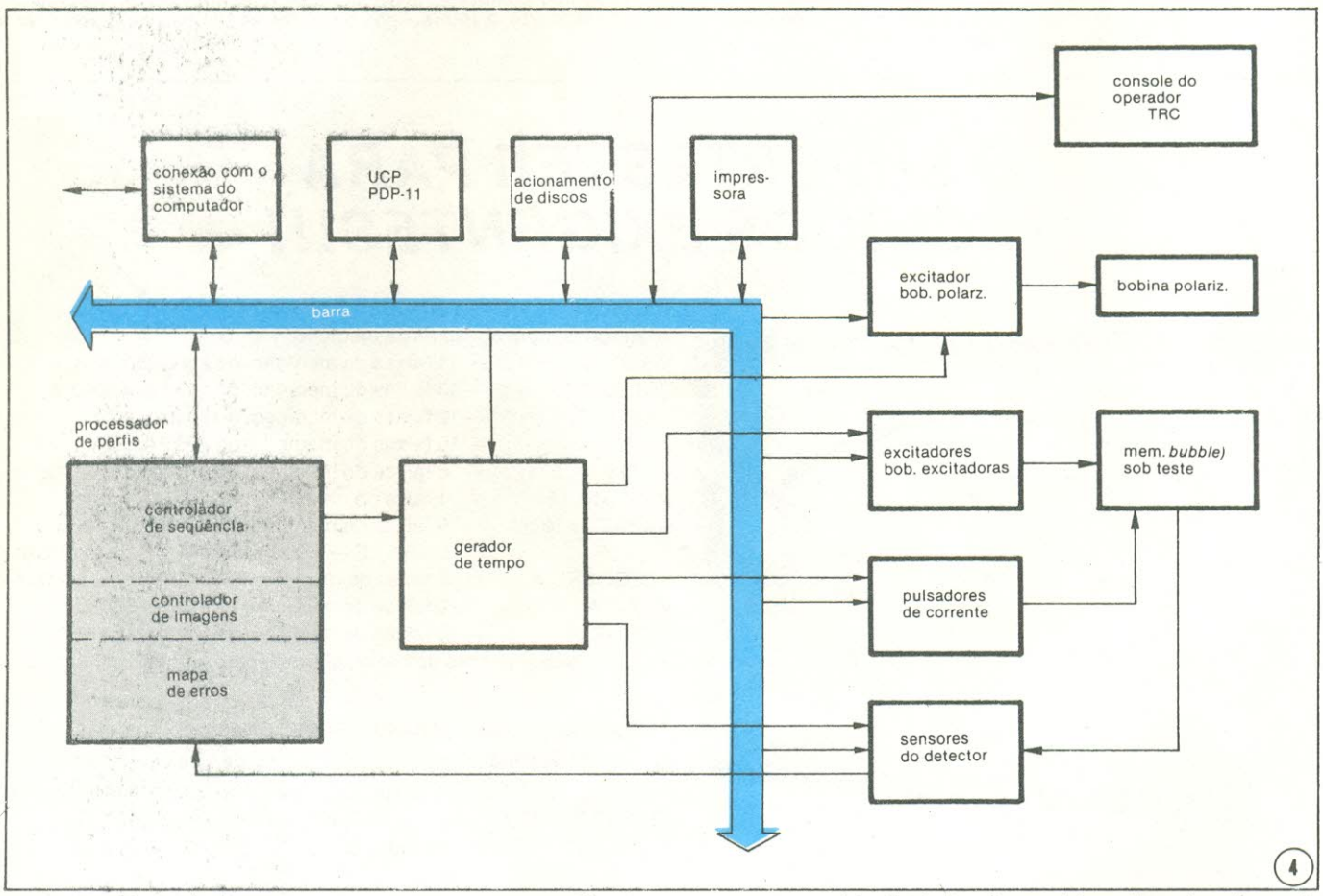
Ao contrário dos componentes a semicondutor, os dispositivos *bubble* não apresentam problemas de carga de fundo ou residual. A armazenagem de dados é feita em termos de unidades discretas; não há coisas como metade de uma "bolha", por exemplo. Mas existe o problema constante da sensibilidade do perfil das "bolhas", que envolve a interação entre elas. Essa sensibilidade exibe uma natureza localizada, bidimensional, e consiste no fato das "bolhas" se repelirem mutuamente; caso aconteça de uma delas estar rodeada de várias outras, o campo resultante tenderá a causar uma anulação daquela "bolha" central.

A interação entre "bolhas", então, é bastante significativa. Tanto, que já se construiu dispositivos experimentais, onde a presença de uma "bolha" era usada para controlar a via de propagação de outra.

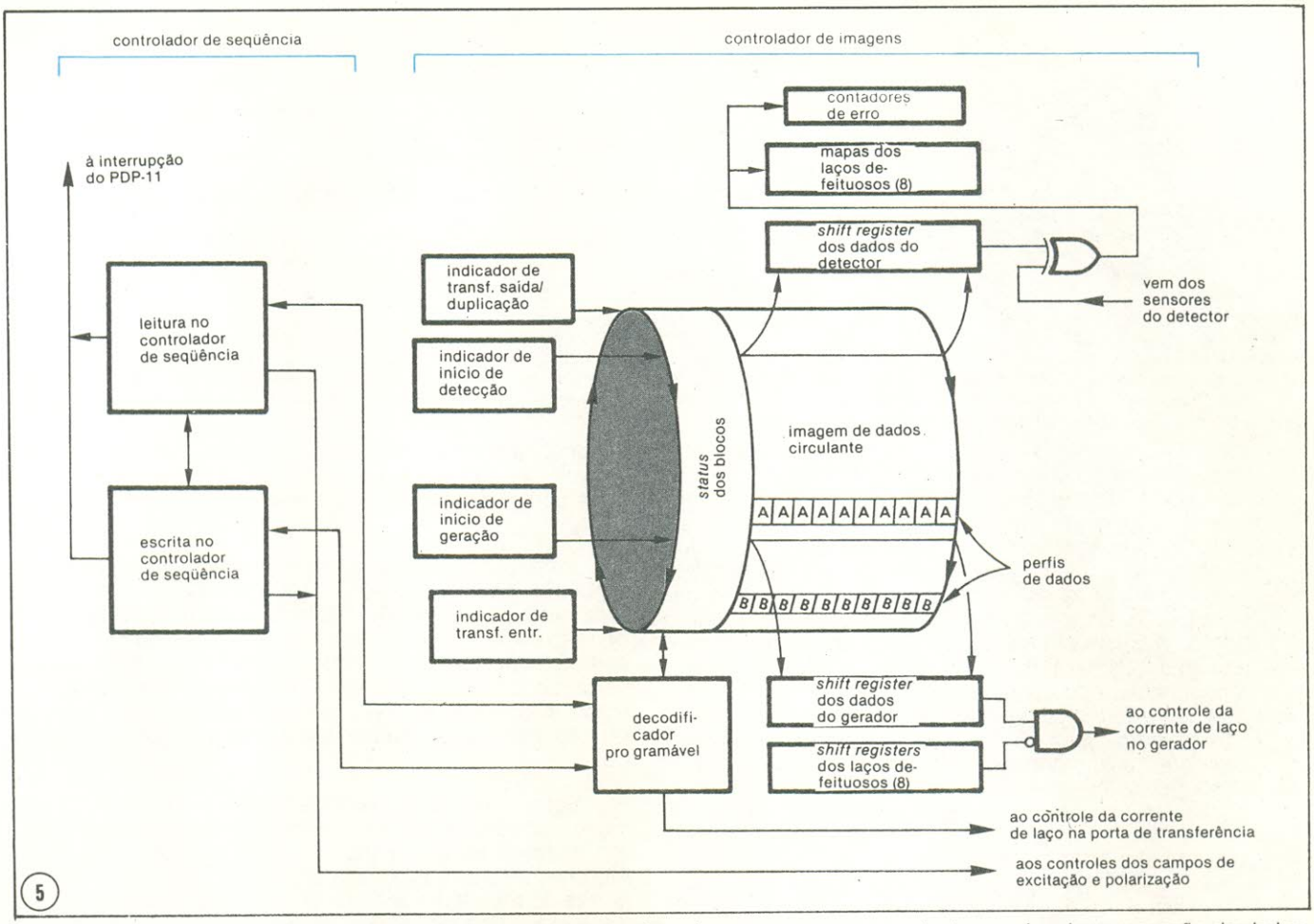
Testando a sensibilidade dos perfis

O programador do aparelho de provas tem possibilidade de verificar os problemas causados por essa sensibilidade, carregando a memória com séries de "1s" (representados por "bolhas") e "Os" (espaços ou ausência de "bolhas"), para observar, depois, se elas emergem inalteradas. Qualquer mudança nos perfis lidos na memória testada vai para o mapa de falhas do aparelho. Em seguida, os erros são analisados, levando à localização dos problemas e à identificação dos laços de armazenagem defeituosos.

Como os dispositivos *bubble* já excedem a capacidade de milhões de bits de armazenagem, é simplesmente impraticável especificar cada bit de dado guardado na memória



Arquitetura do aparelho de testes — Para se colocar em funcionamento uma memória de "bolhas" magnéticas, é preciso dispor de uma máquina composta de vários sub-sistemas funcionais. Os circuitos que servem de *interface* ao dispositivo, todos alinhados no lado direito do esquema, são controlados pelos processadores e pelo computador que aparecem no lado esquerdo.



Processador de perfis — Blocos de dados são gerados e monitorados para que se possa testar as vias de propagação de dados, sensibilidade do perfil das "bolhas" e várias operações das portas, além de localizar laços defeituosos e mantê-los fora de operação. Laços adicionais são sempre previstos, para manter a eficiência elevada.

para cada tipo de teste executado. Mas, felizmente, isso não é necessário, pois o controlador de imagens permite que o programador especifique uma imagem topológica dos dados a serem escritos na memória. Tudo o que ele tem a fazer é especificar o perfil como uma série bidimensional de "1s"e "Os".

Esse controlador possibilita ainda a especificação do *status* de cada localidade de bloco dos laços menores (os de armazenagem), como, por exemplo, completo, vazio, escrito, lido, etc. Dá-se o nome de bloco à cadeia de localidades, uma em cada laço de armazenagem, alinhadas de modo a alcançarem as portas de transferência de entrada ou saída ao mesmo tempo.

Já que existe uma interação mínima entre "bolhas" espaçadas de alguns períodos, faz sentido repetir o mesmo perfil de teste após alguns laços menores. Os laços são sempre divididos numa série de grupos iguais (não mais que 16 laços por grupo), que guardam perfis idênticos.

Normalmente é desnecessário carregar cada laço com o máximo de perfis de "bolhas" possível, pois um perfil de algumas "bolhas" de comprimento desloca-se por todo o laço, passando por todas as localidades do mesmo. É desejável, porém, escrever com dois ou mais perfis nas localidades muito distanciadas ao longo dos laços menores, para se determinar, por exemplo, até que ponto interagem as "bolhas" que passam por lados opostos de um laço. A figura 5 retrata a imagem de dados como um cilindro, que gira à medida que as "bolhas" se propagam pelos laços de armazenagem. O exemplo mostra os perfis A e B repetidos ao longo dos laços todos da memória.

A arquitetura de uma memória *bubble* requer que o perfil de teste, assim como aparece topologicamente no integrado, seja escrito sequencialmente, bloco por bloco. A sequência pode ser encarada ou como a ordem em que os blocos de dados são escritos em suas localidades, nos laços, ou em termos do tempo decorrido entre eventos, medido em ciclos de *clock* (rotações do campo excitador).

Sequenciando os perfis

O controlador de sequências do aparelho de testes proporciona controle de pulsos ciclo por ciclo, além das alterações em operação nos dois campos magnéticos. Esse controlador (que é uma parte do processador de perfis, que contém ainda o controlador de imagens e o mapa de erros) faz seu trabalho utilizando uma programação adequada à manipulação rápida de ciclos de *clock*. Pode-se também montar rotinas que controlem a ordem de escrita dos blocos de dados, como funções da manipulação dos ciclos de *clock*.

O período de tempo existente entre os vários eventos é determinado pela arquitetura da memória. Antes que os blocos de dados sejam transferidos para os laços de armazenagem, por exemplo, cada bloco precisa ser gerado, um bit por vez, e depois deslocado ao longo de uma pista principal, até alcançar a pista de geração, que passa por todas as portas de transferência de entrada. Em algumas arquiteturas, o tempo decorrido entre a geração do primeiro bit de um bloco e o pulso de transferência que introduz o bloco no laço pode ser dado por P (N + L), onde P é o período do ciclo de excitação, N é o número de laços armazenadores (largura

```
PHASE: = 0;
•
•
•
DO                              40;                    (iniciar laço externo)
$INT                                                   (interrupção PDP-11)
    DO                           5;                    (iniciar laço intermediário)
      AR,                        TR;                   (acesso a requisição, transf. requisição)
      DO                                  287;         (iniciar laço interno)
      END:                                NOP;         (aguardar geração de bloco)
    END:                        NOP;
$P                                                     (iniciar cód. PASCAL quando da interrupção PDP11)
PHASE = PHASE + 2;
PULSETIME (XFERIN, EDGE1, BANK1, PHASE),               (aplicar fase do pulso ao gerador programável de fase)
$S                                                     (mais código do controlador de seqüência)
END:          NOP                                      (fim do laço externo)
•
•
•
```

6

A ajuda de Pascal — O controlador de seqüência é programado com uma linguagem estruturada em blocos, que utiliza laços "aninhados" para produzir uma corrente seriada de dados. Esta produção mostra a codificação PDP-11, da linguagem Pascal, que testa os efeitos da variação de fase no pulso de transferência de entrada.

do bloco) e L é o número de localidades existentes na pista principal. E o tempo entre transferência de entrada e a de saída pode ser calculado pelo comprimento dos laços de armazenagem (isto é, um certo bloco precisa percorrer metade do laço para chegar às portas de transferência de saída.

O sistema de teste pode empregar quatro indicadores para seguir os blocos de dados, durante as operações de escrita e leitura. Os indicadores que aparecem na figura 5 tem acesso a uma memória de quatro portas que contém a imagem de dados e o *status* dos blocos. Um deles indica o bloco posicionado nas portas de duplicação/transferência de saída, durante o ciclo de corrente. Caso um dos blocos seja transferido para fora, um outro indicador vai individualizá-lo assim que seu primeiro bit chegar ao detector. Um outro ainda monitora o bloco posicionado nas portas de transferência de entrada, e um quarto indicador avisa quando o primeiro bit de um bloco deve ser gerado, antes que seja transferido.

Controle de sequências

Para executar a escrita de um bloco de dados, o controlador de sequências produz uma "requisição de acesso", que transfere o bloco de dados correto para um registrador de deslocamento, e do qual será movido seriadamente para o gerador de "bolhas" da memória. O *status* do bloco é ajustado para "geração de bloco iniciada, mas ainda não transferido". Assim que o indicador de transferência de entrada encontra tal *status*, é produzido um pulso que executa essa operação de transferência. Dessa maneira, o programa do controlador de sequências segue os eventos bloco por bloco, com o controlador de imagens completando as operações de escrita e leitura de blocos em função da arquitetura do CI.

O controle de sequências é ligeiramente simplificado ao se tornar simultâneas e independentes as operações de escrita e leitura. Isto pode ser obtido por meio de controladores separados de sequências para o gerador e o detector, que devem ser programados com uma linguagem simples, mas estruturada para blocos, que expresse os eventos como uma série de laços "aninhados".

O sistema de testes para memórias *bubble* da Megatest incorpora um minicomputador PDP-11, que utiliza uma versão ampliada da linguagem Pascal, a fim de controlar as complexas operações do processador de perfis. Na figura 6 podemos ver como o programador intercala o código-fonte do Pascal com o código estruturado para blocos de controlador de sequências, para que a operação simultânea do minicomputador e do controlador seja sincronizada. A seção apresentada do programa escreve 200 blocos de dados incrementando de 2° a fase do pulso de transferência de entrada para cada 5 blocos de dados. É possível então observar como uma corrente de dados que está sendo escrita em uma memória *bubble* é afetada pelo deslocamento de fase do sinal da porta de entrada, ao longo de 80° de amplitude, em relação ao campo excitador. Costuma-se efetuar esse teste para determinar o faseamento ótimo do pulso de entrada.

Para que se possa alcançar uma eficiência elevada na produção dessas memórias tão densas, permite-se que uma certa porcentagem dos laços resulte defeituosa. Em contrapartida, cada memória contém laços adicionais que compensam a perda dos outros. O sistema de teste localiza os laços falhos e armazena a informação resultante num mapa; além disso, mantém-se informado das taxas totais de erro em cada laço e do número global de laços problemáticos.

Sempre que uma memória *bubble* é colocada em operação, um certo registrador permite o mascaramento seletivo dos laços ruins, evitando assim que recebam "bolhas". Algumas dessas memórias contém um laço adicional, com portas de transferência independentes, utilizado para guardar o mapa dos laços descartados.

A parte econômica

O tempo gasto no teste final, em dispositivos de ¼ de megabit, geralmente toma mais de um minuto (em geral, vários minutos). Como as memórias de "bolhas" são dispositivos seriados, a elevação do tempo de teste à proporção do aumento da capacidade das mesmas será mais linear que exponencial. No entanto, é óbvio que os testes representam uma boa parcela do custo de fabricação.

Os requisitos de precisão e flexibilidade de sequência nos testes impedem a criação de um sistema de testes em produção que seja bem mais em conta que um sistema projetado para análise de dispositivos. Dessa forma, foi preciso encontrar outras formas de se reduzir os custos.

Como resultado, os dispositivos *bubble* foram os primeiros integrados LSI a tornarem efetivos os testes em paralelo, devido à necessidade de se obter uma grande eficiência na prova final, já que a maior parte dos componentes defeituosos é descartada nos três estágios anteriores de teste. O aparelho deve ser capaz de manipular um grande número de circuitos *interface*, além de proporcionar o mapeamento individual de falhas e o mascaramento de laços ruins em pelo menos oito memórias, ao mesmo tempo.

A eficiência é otimizada caso o aparelho disponha de um processador de perfis flexível, que permita a geração de qualquer sequência de testes, com um adicional mínimo de *software*, a capacidade de leitura e escrita simultâneas e um processador que possa ser acionado em paralelo com o computador de aplicação geral. ■

© — *Copyright Electronics International*

PRÁTICA EM TÉCNICAS DIGITAIS

15ª lição

Aplicações das ROMs

As ROMS são extremamente versáteis na implementação de funções lógicas. ROMS adequadamente programadas podem ser usadas para substituir diversos tipos de circuitos combinacionais. Elas são particularmente úteis na substituição de funções lógicas complexas com múltiplas entradas e saídas. A ROM oferece as vantagens de maior rapidez e facilidade de projeto, custo mais baixo, tamanho menor e muitas vezes um menor consumo de potência.

Os circuitos lógicos combinacionais geram sinais de saída que são funções dos estados da entrada, do tipo de portas usadas e do modo particular como elas são interligadas.

Os estados de saída desejados para um dado conjunto de entradas são produzidos pela interconexão apropriada das portas lógicas de tipo adequado. Esta mesma função lógica pode ser simulada por uma ROM. As entradas desejadas são aplicadas às linhas de endereçamento da ROM. Estas entradas especificam uma única localização da memória. Nesse lugar da memória há um padrão de bits cujos estados de saída duplicam aqueles produzidos por um circuito lógico combinacional equivalente. Ao invés de realmente gerar a função de saída desejada com um circuito lógico, armazenamos os estados de saída desejados na memória e os lemos quando as entradas correspondentes aparecem nas linhas de endereçamento.

A ROM desempenha o que é conhecido como uma função semelhante a uma tabela. Todos os lugares da memória podem ser considerados para fazerem parte de uma grande tabela de números. Aplicando um endereço à ROM nós estaremos efetivamente selecionando um único número na tabela. Na verdade, a ROM não desempenha uma operação lógica. Os estados de saída desejados para um dado conjunto de condições de entrada estão simplesmente armazenados na memória.

Os exemplos que se seguem ilustrarão algumas das muitas aplicações das ROMs.

Lógica Aleatória. Uma memória apenas de leitura pode ser utilizada para implementar rápida e facilmente qualquer função lógica randônica, ou aleatória, que envolva múltiplas entradas e saídas. Para projetar um circuito lógico combinacional com portas lógicas comuns, primeiro você desenvolve uma tabela verdade que define a operação a ser desempenhada. A partir da tabela verdade as equações booleanas são escritas então. A Álgebra booleana é usada a seguir para minimizar essas equações. Partindo das equações o circuito lógico é desenvolvido e depois implementado com portas NE, NOU e inversores comuns.

Quando uma memória apenas de leitura é empregada, o único passo do projeto é a implementação da tabela verdade. A tabela verdade define as entradas e saídas. Essa é toda a informação necessária para desenvolver uma memória apenas de leitura que desempenhará a função lógica requerida. Os estados lógicos de entrada são assinalados como endereços da memória apenas de leitura. Nos locais da memória correspondentes aos endereços são armazenadas as palavras binárias que farão as linhas de saída assumir os estados desejados com os endereços dados na entrada. Usando uma ROM você pode ir da tabela verdade ao circuito lógico final diretamente. O tempo de projeto é reduzido consideravelmente.

Se a função a ser implementada envolve somente algumas entradas e algumas saídas, tal circuito é melhor implementado pelos meios convencionais com portas lógicas. Porém, se o número de entradas e saída é quatro ou mais, o uso de uma ROM torna-se prático. Uma vez que uma ROM custa mais que os circuitos lógicos SSI comuns, não é prático ou econômico usá-la onde funções muito simples devem ser implementadas. Quatro entradas e quatro saídas é o que geralmente se considera o ponto de decisão entre uma memória apenas de leitura e um circuito lógico convencional.

Conversão de código. Como já indicamos anteriormente, a conversão de código refere-se a qualquer circuito lógico combinacional de múltiplas entradas/múltiplas saídas. Um conversor de código nada mais é que uma aplicação especial de tal circuito lógico. Uma vez que as memórias apenas

de leitura podem substituir diretamente circuitos combinacionais de múltiplas entradas e saídas, elas proporcionam também um meio simples e barato de converter códigos.

Para usar uma ROM como conversor de código, o código de entrada deve ser igualado ao código de endereçamento binário da ROM. No lugar da memória especificado pelo código de endereçamento estará o código de saída desejado. Funções lógicas complexas não podem ser implementadas para obtenção deste resultado. Os códigos de saída desejados são simplesmente acumulados nos lugares da memória e lidos quando o código equivalente de entrada é aplicado. Todos os mais comuns processos de conversão de códigos que mencionamos anteriormente podem ser implementados com memórias apenas de leitura.

Operações aritméticas. As operações aritméticas são algumas das mais difíceis funções a serem implementadas com circuitos digitais. Circuitos lógicos combinacionais simples tem sido desenvolvidos para realizar adições e subtrações. Vários algoritmos foram desenvolvidos para usar adições e subtrações juntamente com outras operações digitais como deslocamento, para obter-se multiplicação e divisão. Funções matemáticas mais complexas como as funções trigonométricas e logarítmicas são ainda mais difíceis de implementar. As ROMs proporcionam um método mais simples e direto de implementação para as operações aritméticas mais complicadas.

A multiplicação de dois números requer uma quantidade significativa de circuitos lógicos. Embora hajam numerosos métodos para efetuar multiplicações, todos eles requerem uma extensa quantidade de circuitos. A multiplicação pode ser desempenhada com uma ROM sem a necessidade de complexos circuitos ou alto custo. Além disso, a ROM pode prover esta função a custo menor, num espaço mais reduzido e numa velocidade significativa maior.

A tabela verdade que mostramos na figura 1—15 ilustra o conceito de multiplicação de dois números binários usando uma ROM. Para simplificar a explicação usaremos somente números de dois bits binários. A multiplicação de dois números binários resulta um produto cujo tamanho é o dobro daquele dos dois números da entrada. Os números binários de dois bits que servem como multiplicador e multiplicando formam um produto de quatro bits. Os dois números da entrada são agrupados de modo que formam um único número de entrada com quatro bits, o qual serve como

Entradas				Saídas				(1)
0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	1	0	0	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	
0	0	1	1	0	0	0	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	
0	1	0	1	0	0	0	1	
0	1	1	0	0	0	1	0	
0	1	1	1	0	0	1	1	
1	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	1	0	0	1	0	
1	0	1	0	0	1	0	0	
1	0	1	1	0	1	1	0	
1	1	0	0	0	0	0	0	
1	1	0	1	0	0	1	1	
1	1	1	0	0	1	1	0	
1	1	1	1	1	0	0	1	

Tabela verdade para um multiplicador ROM de 2 bits.

endereço para a ROM. No endereço constituído pelos números de entrada, o produto correspondente de quatro bits estará armazenado. Quando qualquer combinação de números de dois bits aparece nas linhas de endereçamento da ROM, o produto correto é lido. Por exemplo, quando uma entrada é 10 (2) e a outra é 11 (3), o endereço de entrada formado é 1011. neste local está o número 0110 (6), que é o produto de 2 e 3. Utilizando-se uma ROM maior, números que requeiram mais bits poderão ser multiplicados.

A ROM é particularmente útil na manipulação de operações matemáticas complexas com as funções trigonométricas e logarítmicas. Ao invés de usar o circuito digital que realmente computa o seno, cosseno ou tangente de um número, a ROM simplesmente guarda as funções trigonométricas correspondentes aos ângulos. Do mesmo modo, uma ROM pode ser utilizada para armazenar os logarítmos de números de entrada específicos. Nestas aplicações a ROM é virtualmente uma tabela de logs ou uma tabela de funções trigonométricas. O ângulo ou número desejado é aplicado ou assinalado como um endereço binário que é injetado na ROM. No endereço que representa o ângulo ou número requerido está armazenada a função trigonométrica ou logarítmo correto.

Microprogramação

A microprogramação é uma técnica originalmente desenvolvida para sistematizar a lógica de controle automático em um computador digital. O coração de uma unidade de controle microprogramada é uma memória apenas de leitura. A ROM é combinada com outros elementos lógicos para realizar operações lógicas sequenciais. Esta combinação é chamada de controlador microprogramado.

A maior parte das operações sequenciais são efetuadas por contadores e registradores de deslocamento em conjunto com circuitos lógicos combinacionais. Estes circuitos são usados para gerar uma sequência de pulsos de temporização que controla as operações em outras partes do sistema digital. Os sinais gerados podem incrementar contadores, provocar transferências de dados entre registradores, liberar ou inibir várias portas lógicas, selecionar um canal multiplexador ou permitir o acontecimento de uma operação de decodificação. Todas essas operações são temporizadas de modo que ocorram na sequência adequada para desempenho do funcionamento desejado.

Nos grandes sistemas digitais, o circuito lógico de controle pode tornar-se muito complexo. Isso é particularmente verdadeiro para o controle lógico de um computador digital. Pelo uso do controlador microprogramado, toda a rede de circuitos lógicos sequenciais e combinacionais pode ser substituída por um circuito muito simples contendo uma memória apenas de leitura. A figura 2-15 mostra dois métodos de implementação de funções lógicas sequenciais com uma ROM.

Na figura 2-15A, a ROM é comandada por um contador binário. Um sinal de *clock* periódico incrementa o contador binário de quatro bits. A saída do contador é usada como entrada de endereçamento da ROM. O decodificador de endereços é considerado como parte da própria ROM. A saída da ROM consiste de palavras paralelas de 8 bits. Uma vez que há quatro entradas de bits, a ROM contém portanto dezesseis palavras de 8 bits. Quando o contador binário é incrementado, uma sequência de palavras de 8 bits aparece na saída da ROM. As palavras armazenadas na ROM são programadas de tal modo que os estados binários que aparecem nas saídas da ROM causam o acontecimento das operações lógicas desejadas na sequência correta. Aqui, as oito linhas de saída podem ser utilizadas para várias formas de controle. Os estados dessas saídas são estritamente funções dos bits guardados na ROM. O ritmo de variação das saídas da ROM é função da frequência dos pulsos de *clock* no contador binário.

Uma versão mais sofisticada do mesmo circuito é mostrada na figura 2-15B. Novamente, uma ROM é o principal elemento do circuito, com os estados de saída desejados especificados pelos seus conteúdos. Note, porém, que quatro dos bits de saída da ROM são realimentados para as entradas de um multiplexador de 4 bits. Um outro grupo de quatro bits de entrada é aplicado também ao multiplexador. Este, pode selecionar qualquer das duas fontes de quatro bits como endereço e enviá-la a um registrador de

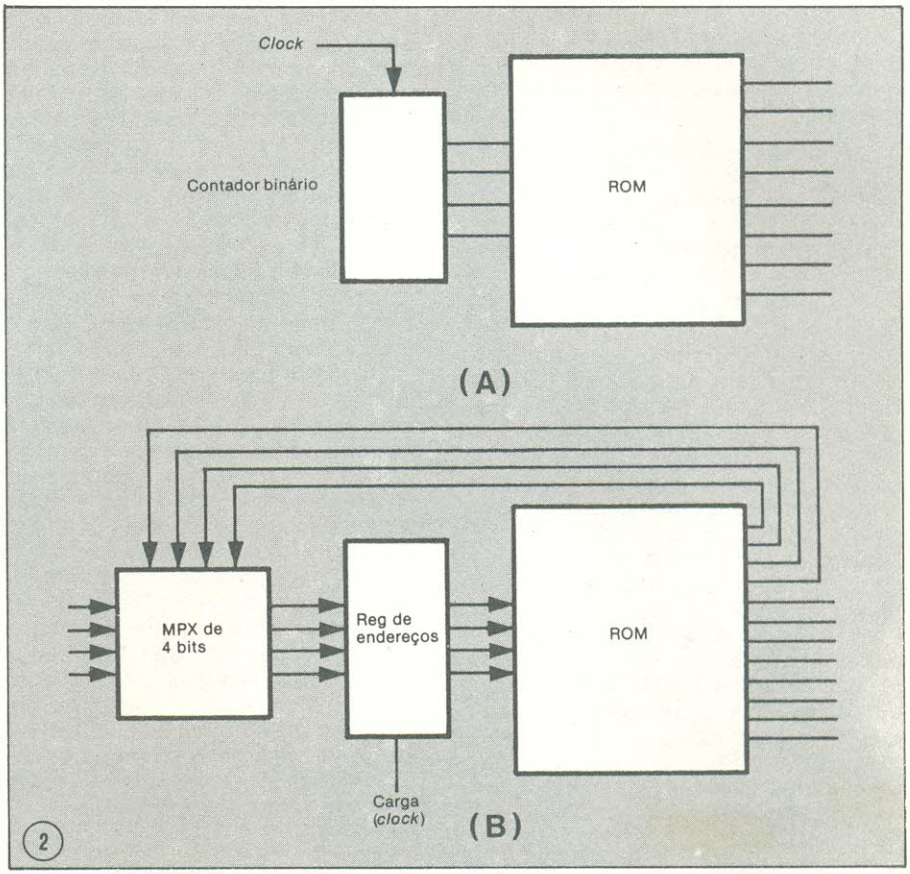
endereços. O registrador de endereços por sua vez seleciona uma palavra específica na ROM. Nesse circuito, os quatro bits definem dezesseis palavras na ROM. A saída é uma palavra de 12 bits, oito bits para controlar operações externas e quatro bits que são usados para determinar o próximo endereço da palavra na ROM.

Para operar este circuito, um endereço inicial de quatro bits é aplicado ao multiplicador a partir de uma fonte externa. Este é injetado no registrador de endereços. Uma palavra específica na ROM é endereçada e sua saída aparece. Neste ponto o estado de saída do multiplexador é mudado de modo que a próxima entrada para o registrador de endereços virá dos quatro bits da palavra de saída da ROM. Isto permite à ROM selecionar a próxima palavra que aparecerá na saída. Carregando-se repetidamente o registrador de endereços com um sinal de *clock*, os endereços da ROM são sequenciados e um padrão desejado de pulsos de saída é produzido. Com esse arranjo, as palavras endereçadas na ROM podem ser tanto sequenciais como uma ordem qualquer desejada. A saída de endereçamento de quatro bits da ROM poderá especificar a próxima localização na sequência. Alternativamente, ela pode selecionar qualquer outra palavra na memória. Tudo isso é determinado antecipadamente no projeto do circuito. Uma vez que a sequência apropriada de operação está determinada, os conteúdos da ROM podem ser especificados.

O termo micro programação é aplicável a estes circuitos no sentido de que as palavras armazenadas na ROM constituem um programa específico para o desempenho de uma função específica. Cada palavra na ROM é referida como uma micro instrução. Os bits dessa palavra ao surgirem nas saídas da ROM causam a ocorrência de certas operações; ou seja, aquela palavra instrui os circuitos externos na função a ser realizada. Cada palavra ou micro instrução armazenada na memória constitui um microprograma. O microprograma define a operação completa a ser iniciada. Os circuitos dados na figura 2-15 são apenas algumas das diferentes maneiras como as operações microprogramadas podem ser implementadas.

Arranjos lógicos programáveis

Um arranjo lógico programável — PLA (*programable logic array*), é uma malha lógica em circuito integrado que pode ser usada para desempenhar diferentes funções lógicas combinacionais. Oferece ao projetista digital uma alternativa ao uso dos circuitos combinacionais feitos com CIs SSI ou MSI ou memórias ROM. Em muitas aplicações o PLA melhora significativamente a *performance* com relação tanto aos circuitos lógicos combinacionais convencionais, quanto às memórias apenas de leitura.



Controladores microprogramados utilizando ROMs.

Basicamente o PLA é uma rede lógica bipolar ou MOS que pode ser programada durante a fabricação para produzir uma ampla variedade de funções lógicas combinacionais. É capaz

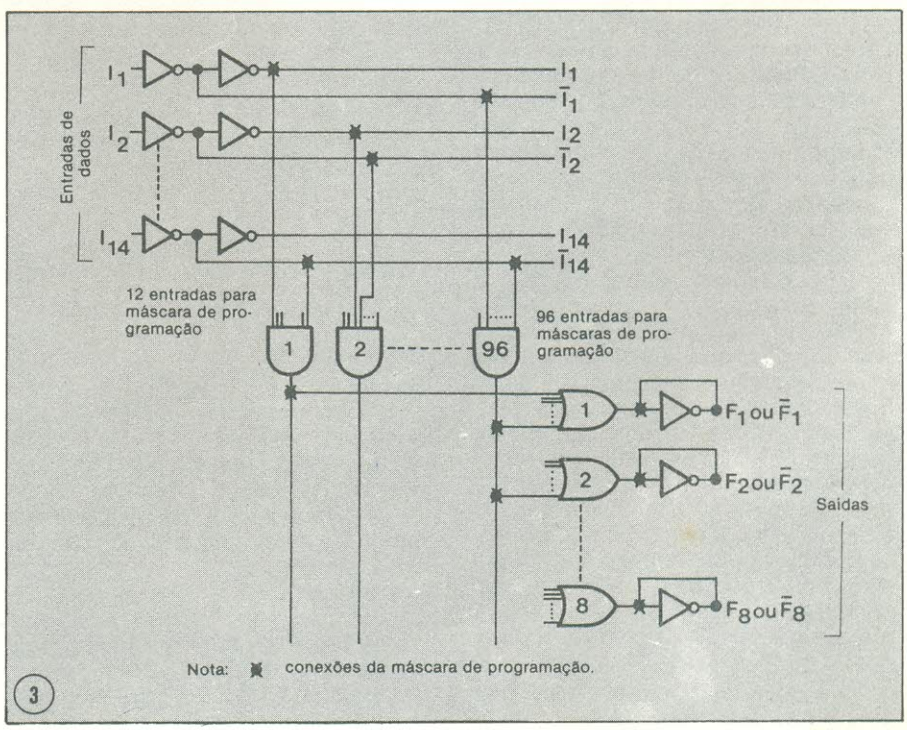


Diagrama lógico geral de um arranjo lógico programável.

de transformar qualquer código de entrada em qualquer código de saída. O circuito é projetado para gerar um grande número de somas de produtos parciais.

A figura 3-15 mostra o diagrama de blocos geral de um PLA. As entradas binárias múltiplas (de I_1 até I_{14}) são aplicadas a inversores que são usados para gerar ambas as versões, normal e complementar, dos sinais da entrada. As saídas dos inversores podem então ser interligadas a uma das muitas portas E. Em um determinado PLA comercial, um total de 96 portas E de 12 entradas são fornecidas. Estas portas E geram os termos do produto das variáveis da entrada. Até 14 variáveis de entrada podem ser manipuladas por este PLA. Os produtos ou produtos parciais das entradas formados pelas portas E são então ligados a portas OU para formar as somas de saída (F1 a F8). A seleção de quais variáveis da entrada serão aplicadas a quais portas E e a escolha de quais saídas de portas E serão ligadas às oito portas OU disponíveis na saída, é determinada durante a fabricação do dispositivo. Projetando adequadamente a máscara que especifica as interligações das portas lógicas na pastilha, um grande número de configurações de circuitos é possível. Note também na figura 3-15 que mesmo o uso do inversor nas saídas das portas OU é programável.

Para projetar um circuito lógico com um PLA nos envolvemos em síntese com os mesmos procedimentos pelos quais desenvolvemos a lógica para qualquer circuito combinacional ou para seleção de uma ROM. O processo geralmente se inicia com a tabela verdade que define os estados de saída para cada combinação dos estados de entrada. As equações de saída são escritas na forma de soma de produtos. Os termos do produto requerido são listados e convertidos nas instruções de programação da máscara, apropriadas para confecção do CI.

O PLA é particularmente valioso na implementação de grandes e complexos circuitos lógicos combinacionais. Funções simples são facilmente implementáveis com portas lógicas SSI. Funções mais complexas podem ser manipuladas por uma das muitas funções MSI disposníveis. Mas, quando há muitas variáveis de entrada e muitas variáveis de saída, o uso de dispositivos SSI e MSI também torna-se complexo e dificultoso. O PLA pode ser utilizado para gerar a função complexa desejada e abrigá-la em uma única cápsula de circuito integrado.

O arranjo lógico programável oferece numerosas vantagens sobre as memórias ROM na implementação de algumas funções lógicas complexas. É claro, uma ROM pode ser empregada para controlar funções lógicas que envolvam qualquer número de entradas ou qualquer número de saídas. Entretanto, a memória apenas de leitura torna-se muito ineficiente quando nem todas as variáveis possíveis são usadas. Por exemplo, um circuito lógico de quatro entradas apresenta 16 combinações diferentes possíveis. A aplicação do projeto pode requerer o uso de somente nove dessas. Os quatro bits na entrada para uma ROM ser usada na implementação da função definem 16 lugares na memória, sete das quais não deverão ser usadas. A despeito do fato de que os sete lugares não serão usados, eles ainda estarão presentes no dispositivo e estão essencialmente desperdiçados. Porém, com o uso de um PLA, a mesma função lógica pode ser implementada mais economicamente. Os PLAs oferecem ao projetista digital uma outra opção na implementação de circuitos lógicos combinacionais. Para funções grandes e complexas que envolvem quatro ou mais entradas e saídas, ele apresenta vantagens sobre os circuitos combinacionais SSI e MSI e as ROMs, em algumas aplicações.

Pequeno teste de revisão

1 — Uma ROM pode ser usada como um decodificador BCD para sete segmentos. Tal ROM deverá ter (quantas ?) _____ entradas, _____ saídas e capacidade de bits total de _____. A organização da palavra será _____ x _____.

2 — Uma ROM pode ser empregada para desempenhar uma operação de raiz quadrada.
a. Verdadeira
b. Falsa

3 — O principal elemento lógico em um controlador microprogramado é _____.

4 — Um outro nome para as palavras armazenadas numa ROM microprogramada é _____.

5 — Controladores microprogramados são
a. circuitos combinacionais
b. circuitos sequenciais

6 — A função lógica realizada por um PLA é determinada durante sua fabricação.
a. Verdadeira
b. Falsa

7 — Um PLA pode ser usado para conversão de códigos.
a. Verdadeira
b. Falsa

8 — O PLA é uma alternativa a quais outros tipos de circuitos lógicos?
a. sequenciais
b. combinacionais funcionais MSI
c. combinacionais SSI
d. ROMs

9 — A equação lógica de saída de um PLA está na forma de _____.

10. Os PLAs são empregados principalmente na implementação de pequenas e simples funções lógicas.
a. Verdadeira
b. Falsa

Respostas

1. 4 entradas, 7 saídas, 70 bits, organização 10 x 7. Um decodificador BCD para sete segmentos deverá ter entradas (o código de entrada BCD) e 7 saídas (uma para cada segmento). O código BCD deverá endereçar 10 lugares da memória, uma para dos dígitos 0 a 9. A palavra em cada localização deverá ter 7 bits. Portanto, a capacidade total de bits será de 10 x 70 = 70. A organização, é claro, será 10 x 7.
2. (a) Verdadeira. Uma ROM pode ser utilizada para efetuar operações de raiz quadrada. O número cuja raiz quadrada queremos encontrar é aplicado como endereço binário à ROM. Na localização correspondente da memória estará o número binário representando a raiz quadrada da entrada.
3. ROM
4. Micro instruções
5. (b) sequenciais
6. (a) verdadeira
7. (a) verdadeira
8. (b), (c) e (d). Um PLA é um circuito combinacional que pode substituir circuitos combinacionais SSI, MSI e ROMs em grandes aplicações complexas.
9. soma de produtos
10. (b) falsa

EXAME DO CAPÍTULO III

1) Desenhe um decodificador com portas lógicas que reconheça o número 56 na forma binária.

2) Desenhe um decodificador com portas lógicas que detecte a presença do número 56 na forma BCD.

3) Um decodificador 1 de 16 apresenta quantas entradas?
a. 1
b. 4
c. 8
d. 16

4) A equação booleana para um decodificador que reconheça o número 11 na base 10 é: (Nota — D = LSB)

a. $\overline{A}B\overline{C}\overline{D}$
b. $\overline{A}B\overline{C}D$
c. $\overline{A}B\overline{C}D$
d. $A\overline{B}CD$

5) Qual das seguintes afirmações é verdadeira com relação ao decodificador TTL 7442? Verifique todas as possíveis.
a. saídas ativas baixas
b. saídas ativas altas
c. decodificador 1 de 10
d. todas as saídas baixas, exceto a saída liberada.
e. pode ser usado como decodificador octal.
f. todas as saídas altas se números entre 1010 e 1111 são aplicados.
g. decodifica o código BCD 8421.

6) Qual o tipo de circuito combinacional você deverá usar para gerar um código de saída binário a partir de uma chave *pushbutton* de entrada?
a. decodificador
b. multiplexador
c. codificador
d. OU exclusivo

7) Qual circuito lógico é análogo a uma chave seletora mecânica de um único polo?
a. decodificador
b. multiplexador
c. codificador
d. OU exclusivo

8) Qual das seguintes não é uma aplicação típica de um multiplexador?
a. conversor série/paralelo
b. gerador de funções booleanas
c. gerador de palavras série
d. seletor de dados

9) No multiplexador TTL 74151 o canal de entrada desejado é selecionado pela
a. entrada *strobe*
b. desabilitação de todas as outras entradas
c. aplicação de um sinal àquele canal
d. por um código de endereçamento de 3 bits na entrada.

10) Quais os *dois* circuitos abaixo que podem ser usados como conversores série/paralelo?
a. demultiplexador
b. codificador
c. multiplexador
d. OU exclusivo
e. registrador de deslocamento

11) Um outro nome para o NOU exclusivo é
a. OU exclusivo
b. comparador
c. soma de produtos

12) Escreva a equação lógica para o circuito da figura 4-15. Este circuito é um
a. OU exclusivo
b. NOU exclusivo
c. decodificador
d. multiplexador
e. comparador

13) Estude o circuito da figura 5-15. Suponha que pulsos de *clock* são aplicados ao flip-flop A. Considere o código de saída do flip-flop uma sequência gerada quando a entrada de controle é primeiro 0 binário e depois 1 binário. Qual é o circuito?
a. registrador de deslocamento
b. contador BCD
c. contador crescente/decrescente
d. conversor de código

14) Desenhe um circuito gerador de paridade para um código de entrada binária de 7 bits.

15) Em um somador binário série,
a. todos os bits são somados simultaneamente.
b. os bits são somados sequencialmente, começando pelo LSB.
c. os bits são somados sequencialmente, começando pelo MSB.

16) Some os seguintes números binários
a. 1000111 b. 1110001010
1011110 1010101110

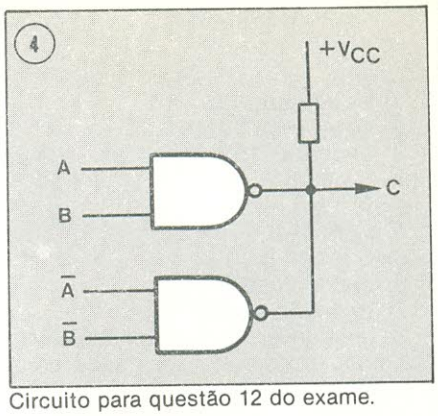
17) Um somador binário série usa 8 registradores de deslocamento para armazenar os números a serem somados. A frequência de *clock* é 250 kHz. Quanto tempo ele gasta na adição?
a. 4 microssegundos
b. 32 microssegundos
c. 64 microssegundos
d. 500 microssegundos

18) Qual das seguintes não é aplicação adequada para uma ROM?
a. conversor de código binário para ASCII
b. contador módulo 13
c. raiz cúbica aritmética
d. conversor coordenado retangular para polar

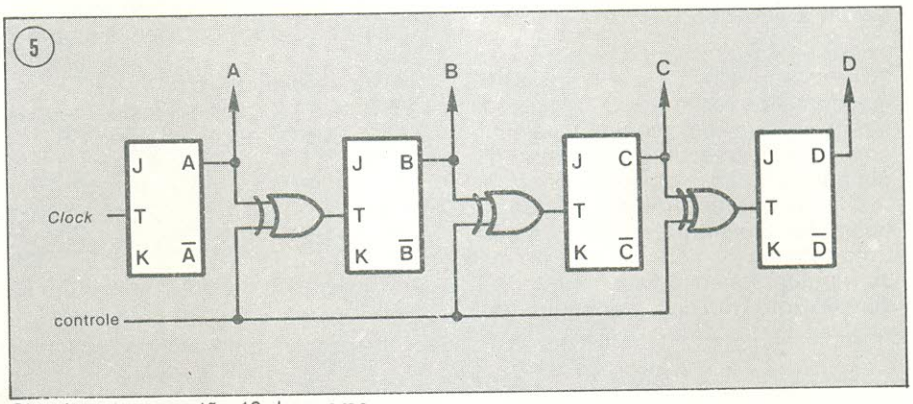
19) Uma ROM apresenta 10 bits de endereçamento de entrada e uma palavra de saída de 8 bits. Quantos bits a ROM contém?
a. 1024
b. 2048
c. 4096
d. 8192

20) O termo dado a um circuito lógico sequencial que usa uma ROM é
a. contador
b. controlador microprogramado
c. conversor de código
d. sequenciador lógico randônico

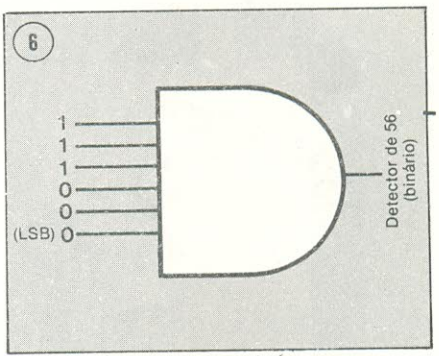
21) Qual das seguintes não é característica de um PLA?
a. entradas múltiplas
b. saídas múltiplas
c. circuito lógico sequencial
d. gerador de soma de produtos



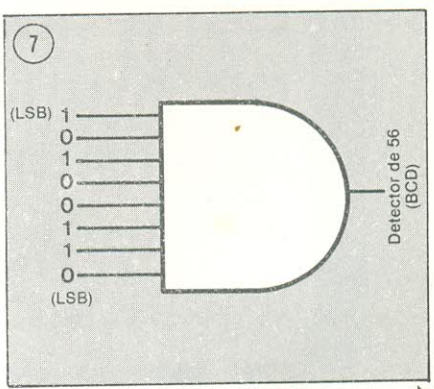
Circuito para questão 12 do exame.



Circuito para questão 13 do exame.



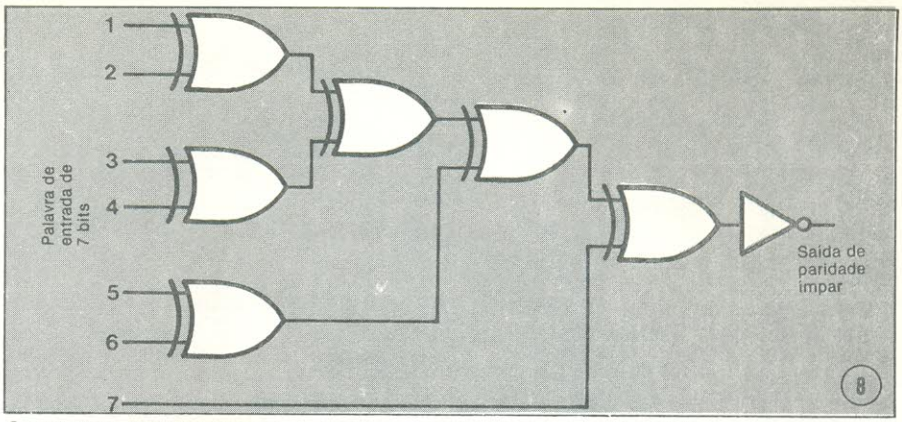
Resposta para questão 1 do exame.



Resposta para questão 2 do exame.

RESPOSTAS

1) Veja figura 6-15.
2) Veja figura 7-15.
3) (b) quatro. 16 estados de saída implicam numa entrada de 4 bits (2^4 = = 16).
4) (d) $A\overline{B}CD = 1011_2 = 11_{10}$
5) a, c, e, f, g.
6) (c) codificador
7) (b) multiplexador
8) (a) conversor série/paralelo. Um multiplexador pode ser usado como um conversor paralelo/série.
9) (d) um código de endereçamento de entrada de 3 bits.
10) (A) demultiplexador, (E) registrador de deslocamento.
11) (b) comparador
12) (a) OU exclusivo. As portas NE conectados como OU na figura 4-15 ge_ geram a equação $C = \overline{AB + \overline{A}\overline{B}} =$ $= \overline{A}B + A\overline{B}$
13) (c) contador crescente/decrescente. O circuito da figura 5-15 é um contador binário crescente/decrescente de 4 bits. Os flip-flops JK são acoplados por circuitos X-OU que controlam o modo de operação. Quando a entrada de controle está em 0 binário, a saída normal do flip-flop está acoplada à entrada T do próximo flip-flop na sequência, criando, portanto, um contador crescente. Quando a entrada de controle está em 1 binário, a porta X-OU inverte a saída normal, dando o efeito de comando da entrada T a partir da saída complementar do flip-flop anterior, o que produz uma contagem decrescente.
14) Veja a figura 8-15.
15) (b) Os bits são somados sequencialmente, começando pelo LSB.
16) (a) 111 b. 11 11
1000111 1110001010
1011110 1010101110
10100101 11000111000
17) (b) 32 microssegundos. Em um somador série, a adição está completa quando ambas as palavras nos registradores de 8 bits foram deslocadas para fora. Isso toma 8 pulsos de *clock* ou deslocamento. Com um *clock* de 250 kHz, com um período de 1/250000 = 0,000004 segundos ou microssegundos, o tempo total da soma é 4 x 8 = 32 microssegundos.
18) (b) contador de módulo 13. Uma ROM não é um circuito sequencial.
19) (d) 8192. Uma palavra endereço de 10 bits define 2^{10} = 1024 palavras com 8 bits, para um total de 8192 bits.
20) (b) controlador microprogramado.
21) (c) circuito lógico sequencial. Um PLA é um circuito lógico combinacional.



Gerador de paridade ímpar de 7 bits. resposta para a questão 14 do exame.

«KITS» NOVA ELETRÔNICA E COMPONENTES
TRANSIENTE
COMÉRCIO DE APARELHOS ELETRÔNICOS LTDA.
Curitiba — PR
Av. Sete de Setembro, 3664 — Fone: 24-7706

Fotodiodos e Fototransistores

28.ª lição

O fotodiodo e o fototransistor são dois dispositivos semicondutores sensíveis à luz. Basicamente, assemelham-se aos diodos e transistores de junção comuns. Mas, o que veremos a seguir são exatamente suas particularidades de funcionamento e construção que os diferenciam daqueles.

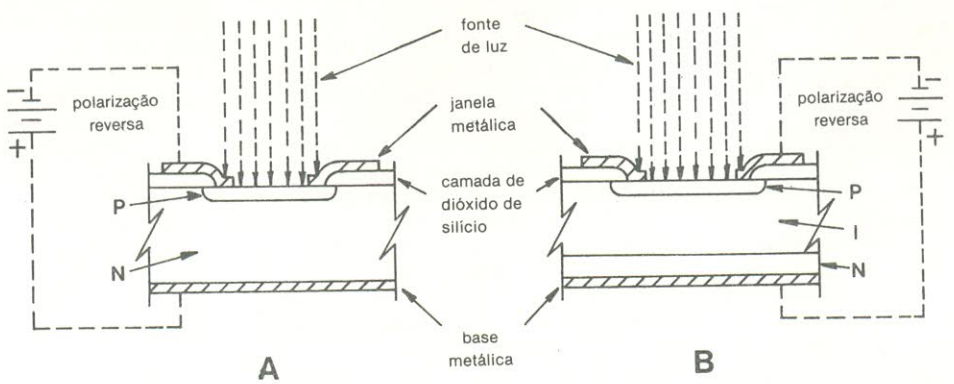
FOTODIODOS

O fotodiodo é um dispositivo sensível à luz que utiliza uma única junção PN. É constituído de modo similar à celula fotovoltaica que vimos na lição anterior, mas é usado basicamente de maneira semelhante à que descrevemos para a célula fotocondutiva. Em outras palavras, é utilizado essencialmente como um resistor variável à luz.

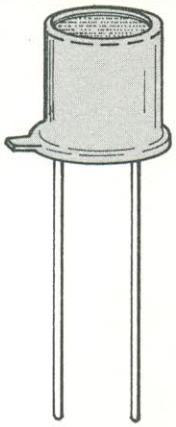
Os fotodiodos são dispositivos semicondutores usualmente feitos de silício e podem ser construídos em dois modos básicos. Um tipo de fotodiodo emprega uma simples junção PN, tal como na figura 1-28A. A região P é difundida num subtrato tipo-N, como se pode ver. Esta difusão acontece através de uma janela redonda feita numa camada de dióxido de silício formada sobre o substrato N. Então, forma-se um anel ou janela de metal na camada de dióxido de silício (através de um processo de evaporação), como se pode observar. Esta janela faz o contato elétrico com a região tipo-P e serve como um eletrodo ao qual um terminal externo pode ser atado. Entretanto, a janela também controla precisamente a área que receberá ou responderá à luz. Uma base de metal é então formada no fundo da camada tipo-N. Esta camada de metal serve como um segundo eletrodo ao qual um outro terminal é acoplado.

O fotodiodo de junção PN da figura 1-28A opera no mesmo princípio básico que a célula fotovoltaica. De fato, o fotodiodo pode ser usado basicamente como uma célula fotovoltaica. Quando empregado como célula fotovoltaica, dizemos que o dispositivo está operando no *modo fotovoltaico* e ele deve gerar uma tensão de saída (sobre seus eletrodos) que varia com a luz incidente sobre a camada P. Porém, o fotodiodo é mais comumente submetido a uma tensão de polarização reversa, como na figura 1-28A. Ou seja, sua região P é feita negativa com relação a sua região N. Nessas condições, uma larga região de depleção forma-se ao redor da junção PN. Quando os fótons adentram esta região para criar pares elétron-lacuna, os elétrons e lacunas separados são puxados em direções opostas, devido à influência das cargas existentes em cada lado da junção e à polarização reversa aplicada. Os elétrons são drenados em direção ao lado positivo da fonte de polarização (a região N) e as lacunas são atraídas para o lado negativo da tensão de polarização (a região P). Os elétrons e lacunas isolados, portanto, sustentam uma pequena corrente na direção reversa através do fotodiodo. Quando a intensidade da luz aumenta, mais fotóns produzem mais pares elétron-lacuna que aumentam a condutividade do fotodiodo, resultando numa corrente proporcionalmente maior. Quando um fotodiodo é usado desta maneira, diz-se que ele opera no *modo fotocondutivo* ou *de fotocorrente*.

O fotodiodo também pode ser construído como mostra a figura 1-28B. Este tipo de fotodiodo é similar ao descrito anteriormente, mas há uma importante diferença. Este dispositivo apresenta uma camada intrínseca (I) entre suas regiões P e N e é comumente chamado de fotodiodo PIN. A camada intrínseca possui resistência muito alta (uma baixa condutividade) porque contém muitas impurezas. A região de depleção se estende mais por esta região I do que o faria num semicondutor fortemente dopado. O acréscimo da camada I resulta numa região de depleção muito maior para uma certa tensão de polarização reversa. A região de depleção mais extensa faz o fotodiodo PIN responder melhor às frequências

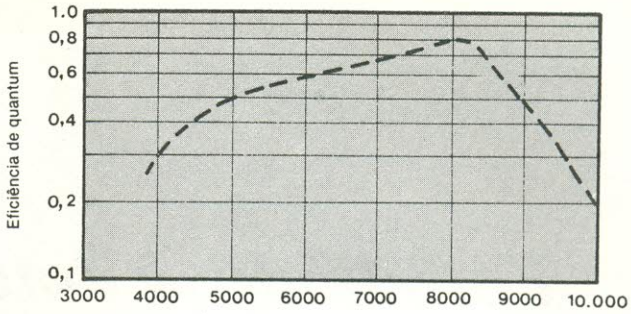


Construção básica dos fotodiodos típicos.



(2)

Uma típica cápsula de fotodiodo.



(3)

Resposta espectral para um fotodiodo PIN típico.

menores da luz (comprimentos de onda maiores). Os fótons de menor frequência apresentam um menor conteúdo de energia e tendem a penetrar mais profundamente na estrutura do diodo antes de produzir pares elétron-lacuna e em muitos casos não produzem pares. A região de depleção maior no fotodiodo PIN aumenta a chance de que sejam produzidos pares elétron-lacuna. O fotodiodo PIN é, em consequência, mais eficiente sobre uma faixa maior de frequências da luz. O dispositivo PIN também possui uma capacitância interna menor devido à região I, que age como um grande dielétrico entre as regiões P e N. Esta capacitância interna menor auxilia o dispositivo a responder mais rapidamente a variações na intensidade da luz. A larga região de depleção ajuda ainda o PIN a fornecer uma variação mais linear na corrente reversa, para uma dada variação na intensidade luminosa.

Os fotodiodos de junção e os PIN são geralmente montados sobre uma plataforma ou substrato isolador e selados dentro de uma cápsula de metal semelhante a que aparece na figura 2-28. Uma janela de vidro é provida no topo da cápsula para permitir a entrada da luz. Os dois terminais estendem-se além da base isolante ao fundo da cápsula e são internamente conectados (com fios finos) aos eletrodos do fotodiodo.

O desempenho de um fotodiodo pode ser expresso em termos de *eficiência de quantum*. A eficiência de quantum de um dispositivo em particular é simplesmente a razão dos elétrons produzidos por cada fóton que atinge o diodo. Matematicamente:

$$\text{eficiência de quantum} = \frac{\text{elétrons}}{\text{fótons}}$$

No caso ideal, um elétron deveria ser produzido para cada fóton incidente, o que daria uma eficiência de quantum de 1. Porém, a eficiência de quantum de um fotodiodo típico deverá ser menor que 1 e irá variar em função do comprimento de onda da energia radiante.

A eficiência de quantum de um fotodiodo PIN típico está plotada graficamente na figura 3-28. A curva nesta figura mostra como a eficiência de quantum varia com o comprimento de onda. Note que ela é aproximadamente 0,3 (0,3 elétrons por fóton) ao comprimento de onda de mais ou menos 4000 angstroms e eleva-se a um pico de aproximadamente 0,8 em 8000 angstroms. Depois, ela cai para um vale de 0,2 em 10000 angstroms. Esta curva de eficiência de quantum efetivamente mostra quão bem os fotodiodos respondem aos vários comprimentos de onda. Tal curva demonstra que a resposta espectral do diodo para fins práticos estende-se de aproximadamente 4000 a 10000 angstroms.

A *performance* do fotodiodo pode ser expressa ainda em termos de *responsividade*. A responsividade de um diodo seria simplesmente a medida de quanta corrente de saída (reversa) se obtém para uma dada entrada de energia luminosa. Ela se expressa como uma relação entre a corrente de saída (chamada *fotocorrente*), dada em microampères (μA), e a energia radiante de entrada ou irradiância, que é medida em miliwatts por centímetro quadrado (mW/cm^2). Matematicamente a responsividade é igual a:

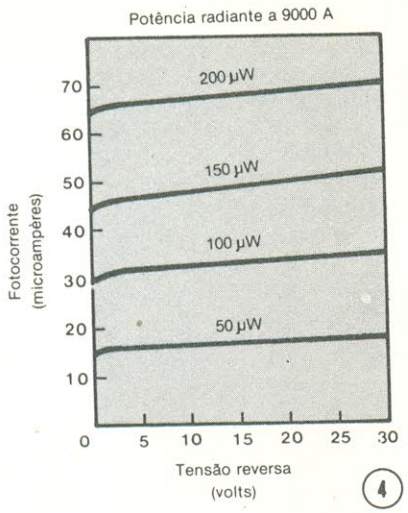
$$\text{responsividade} = \frac{\mu A}{mW/cm^2}$$

A responsividade de um fotodiodo varia também com o comprimento de onda da energia radiante que o atinge e alcança um valor de pico quando a eficiência de quantum do mesmo está próxima de seu valor maior. Um fotodiodo típico deverá ter uma responsividade máxima de 1,4 microampères por miliwatt por centímetro quadrado.

As características elétricas de um fotodiodo PIN típico estão graficamente mostradas pela figura 4-28. As curvas nesta figura mostram a relação entre a tensão sobre o fotodiodo e a corrente que flui por ele quando usado no modo fotocondutivo, que é o modo de operação mais amplamente difundido. As curvas foram plotadas com o fotodiodo exposto à potência radiante no comprimento de onda de 9000 angstroms (0,9 microns) o que está bem dentro da resposta espectral do diodo. Observe que a fotocorrente está plotada verticalmente, enquanto a tensão reversa aplicada ao diodo está na horizontal. A curva mais baixa mostra que quando o diodo está exposto à potência radiante de 50 microwatts (50 μW), sua fotocorrente permanece quase constante (varia de aproximadamente 15 a 18 microampères) enquanto sua tensão reversa varia de 0 a 30 volts. A próxima curva acima mostra que quando a potência luminosa de entrada é dobrada (aumentada para 100 μW), a fotocorrente quase dobra, mas novamente permanece essencialmente constante (ligeiramente maior que 30 microampères) enquanto a tensão reversa vai de 0 a 30 volts. As duas curvas superiores mostram que a fotocorrente continua a crescer em proporção com a potência luminosa de entrada (150 e 200 μW) embora a tensão reversa varie. As curvas da figura 4-28 efetivamente demonstram que o fotodiodo produz uma corrente de saída relativamente constante e essa corrente é determinada principalmente pela potência da luz e num menor grau pela tensão reversa no diodo. Em muitas aplicações, a tensão reversa do diodo é mantida constante e deixa-se sua fotocorrente de saída variar proporcionalmente à potência luminosa de entrada, permitindo assim ao dispositivo operar no modo fotocondutivo.

Quando a potência radiante de entrada é reduzida a zero ou quando o fotodiodo está em completa escuridão, sua fotocorrente deve cair para um valor extremamente baixo mas não totalmente zero. Esta corrente muito baixa é simplesmente uma corrente de fuga reversa que ocorre em qualquer tipo de dispositivo de junção PN. É denominada *corrente de escuro* do fotodiodo. A corrente de escuro é muito pequena para ser plotada na figura 4-28, sendo que geralmente ela está na faixa de nanoampères para a maioria dos fotodiodos. A corrente de escuro aumenta apenas ligeiramente com o acréscimo na tensão reversa.

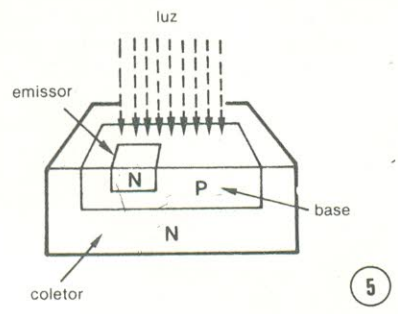
Os fotodiodos possuem uma importante vantagem sobre os dispositi-



Características elétricas de um fotodiodo típico.

vos fotocondutivos descritos anteriormente. Um fotodiodo pode responder muito mais rapidamente a variações na intensidade da luz. Realmente, o fotodiodo opera mais rápido que qualquer outro tipo de dispositivo fotosensitivo. É útil, portanto, nas aplicações onde a luz flutua ou varia em intensidade a um ritmo veloz. A maior desvantagem do fotodiodo está na sua fotocorrente de saída, relativamente baixa se comparada a de outros dispositivos fotocondutivos.

Os fotodiodos e os fotodiodos PIN são ambos comumente representados pelo mesmo símbolo esquemático e vários símbolos tem sido usado para representá-los. Um símbolo muito usado é o mostrado na figura 5-28A. Note que é um símbolo de diodo convencional acrescido de duas setas. As setas apontam para o diodo, mostrando que ele responde à luz. A figura 5-28B apresenta um fotodiodo adequadamente polarizado. Um resistor de carga (R_L) é também conectado em série com o diodo. Este, simplesmente representa uma carga resistiva qualquer que pode ser controlada pelo fotodiodo enquanto sua condutividade varia conforme a intensidade da luz. As variações na condição do diodo farão com que a fotocorrente (I) no circuito varie.

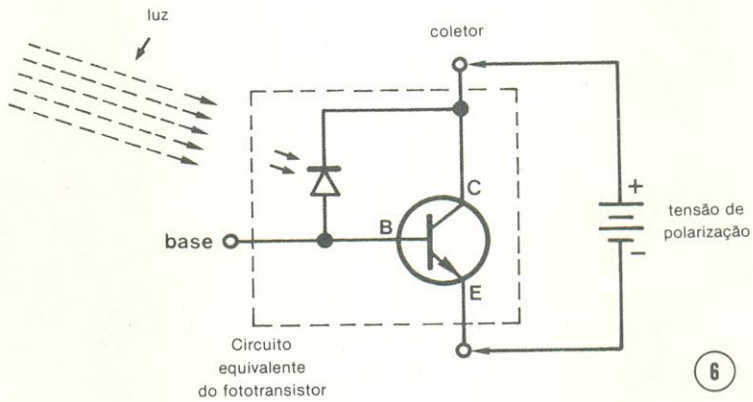


Símbolo do fotodiodo (A) e um fotodiodo adequadamente polarizado (B).

Fototransistores

O fototransistor é também um dispositivo de junção PN. Porém, ele apresenta duas junções ao invés de uma como o fotodiodo que vimos há pouco. O fototransistor é construído de modo similar a um transistor comum, mas é usado basicamente do mesmo modo que um fotodiodo.

O fototransistor é geralmente construído como mostra a figura 6-28. O processo se inicia tomando um substrato tipo-N (usualmente silício), que em última análise serve como coletor do transistor, e difundindo neste uma região P que servirá como base. Então, uma região tipo-N é difundida na região P para formar o emissor. O fototransistor, portanto, assemelha-se a um transistor bipolar NPN comum. O dispositivo é geralmente encapsulado como o fotodiodo mostrado na figura 2-28. Mas, no caso do fototransistor, três terminais são geralmente fornecidos, conectados às regiões da base, emissor e coletor do dispositivo. Além disso, o fototransistor é fisicamente montado sobre uma janela transparente de modo que a luz possa atingir sua superfície como demonstra a figura 6-28.

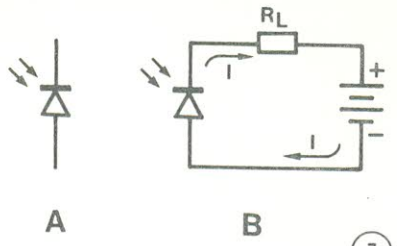


Construção de um fototransistor típico.

A operação do fototransistor fica mais fácil de entender se representada pelo circuito equivalente da figura 7-28. Note que o circuito contém um fotodiodo que é contectado entre a base e o coletor de um transistor NPN convencional. Se o circuito equivalente for polarizado por uma fonte de tensão externa, uma corrente deve fluir para o terminal de emissor do circuito e sair do terminal de coletor. A quantidade de corrente que flui através do circuito é controlada pelo transistor no circuito equivalente. Este transistor conduz mais ou menos, dependendo da condução do fotodiodo que por sua vez depende da intensidade da luz incidente sobre ele. Se a intensidade da luz aumenta, o diodo conduz mais fotocorrente (sua resistência diminui) permitindo, assim, uma maior corrente de emissor para base (normalmente chamada de corrente de base) no transistor. Este acréscimo na corrente de base é relativamente pequeno, mas devido à capacidade de amplificação do transistor esta pequena corrente de base é usada para controlar a muito maior corrente de emissor para coletor (também chamada de corrente de coletor) que flui pelo dispositivo. O aumento na intensidade da luz causa um substancial acréscimo na corrente de coletor. Uma diminuição na intensidade da luz deverá corresponder a um decréscimo na corrente de coletor.

Embora o fototransistor possua um terminal de base, bem como terminais de emissor e coletor, o terminal de base é usado em muito poucas aplicações. Entretanto, quando a base é utilizada, ela é simplesmente submetida a uma tensão da polarização que deve determinar a corrente de coletor para um valor específico sob um dado conjunto de condições. Ou seja, a base pode ser usada para ajustar o ponto de operação do fototransistor. Em muitas aplicações, apenas os terminais de coletor e emissor são usados e o dispositivo é considerado como tendo apenas dois terminais.

As características elétricas de um fototransistor típico estão graficamente ilustradas na figura 8-28. A corrente de coletor para emissor está plotada verticalmente e a tensão de coletor para emissor está plotada horizontalmente. Cada curva mostrada é plotada para uma quantidade específica de irradiância ou a quantidade de luz que atinge o fototransistor por unidade de área. A curva mais baixa mostra a relação entre a corrente de coletor e a tensão de coletor para uma irradiância de 1 miliwatt por centímetro quadrado. Observe que a corrente de coletor pula rapidamente de 0 para pouco menos que 1 miliampère e depois aumenta para pouco mais de 1 miliampère enquanto a tensão de coletor varia de 0 a mais de 16 volts. A



7

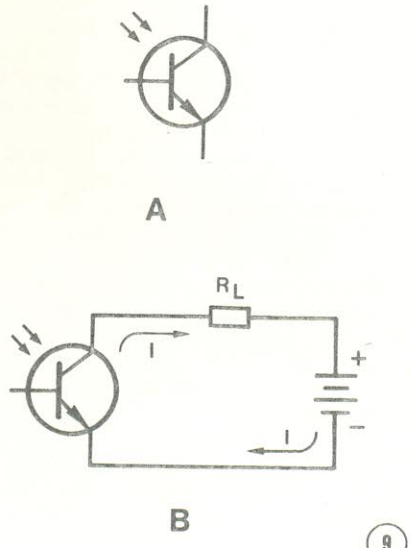
Circuito equivalente de um fototransistor.

corrente de coletor, embora não constante, varia somente numa pequena quantidade por uma larga faixa de tensões de coletor. As curvas são plotadas para valores maiores de irradiância e efetivamente mostram que para cada valor maior a corrente de coletor é proporcionalmente maior e aumenta apenas ligeiramente com o crescimento da tensão de coletor. A corrente de escuro do transistor não é mostrada uma vez que é muito baixa. Como no fotodiodo previamente descrito, esta corrente aumenta ligeiramente com o acréscimo na tensão de operação.

A figura 8-28 mostra que o fototransistor, do mesmo modo que o fotodiodo, fornece uma corrente de saída essencialmente controlada pela intensidade da luz que atinge sua superfície e num grau muito menor por sua tensão de operação. O fototransistor é empregado de modo semelhante ao fotodiodo pelo ajuste de sua tensão de coletor a um valor específico e permitindo ao dispositivo o controle de sua corrente de coletor em concordância com as variações na intensidade luminosa.

Uma importante diferença entre o fototransistor e o fotodiodo está na quantidade de corrente que cada dispositivo pode manipular. O fototransistor pode produzir muito mais corrente de saída que o fotodiodo para uma certa intensidade luminosa, devido à capacidade de amplificação inerente ao primeiro. A maior sensibilidade do fototransistor torna-o útil numa faixa maior de aplicações que a do fotodiodo. Infelizmente sua maior sensibilidade é contrabalançada por uma importante desvantagem. O fototransistor não responde tão rapidamente a mudanças na intensidade da luz e portanto não é adequado a aplicações onde uma resposta muito rápida seja exigida. Como outros tipos de dispositivos fotosensíveis, ele é usado em conjunto com uma fonte de luz para desempenhar muitas funções úteis. Pode ser empregado em lugar de células fotocondutivas e fotodiodos em muitas aplicações e pode melhorar sensivelmente a operação. Os fototransistores são bastante usados em aplicações como tacômetros, controles fotográficos de exposição, detectores de fumaça e fogo, na contagem de objetos e em sistemas de movimentação e posicionamento mecânico.

Os fototransistores são geralmente representados pelo símbolo mostrado na figura 9-28A e usualmente polarizados como ilustra a figura 9-28B. O fototransistor, como se vê, é usado para controlar a corrente que circula por uma carga, do mesmo modo que o diodo da figura 5-12B.

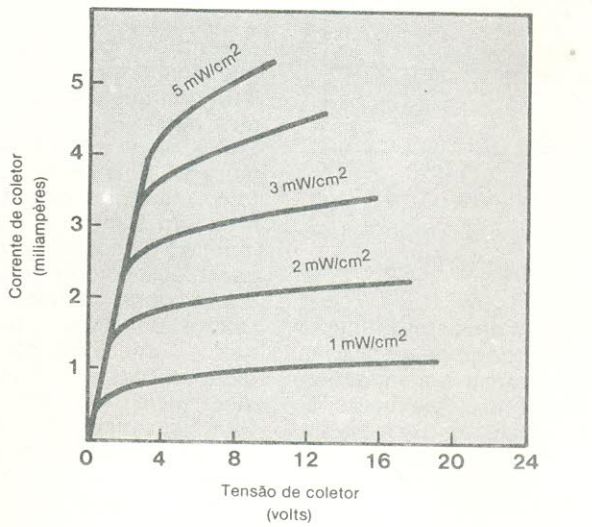


9

Símbolo do fototransistor (A) e um fototransistor adequadamente polarizado (B).

O fototransistor também pode ser utilizado como um fotodiodo, deixando seu emissor aberto e usando seus terminais de base e coletor. Quando empregado dessa maneira, a junção PN entre as regiões de coletor e base serve como um fotodiodo. Porém, ao ser usado como fotodiodo, o dispositivo pode manipular apenas uma pequena corrente, embora ele deva operar a uma velocidade maior.

Um fototransistor pode ser interligado com um transistor bipolar comum de tal modo que se permita ao fototransistor controlar a operação do transistor bipolar. Este tipo de arranjo é referido como circuito *fotodarlington* e tal circuito pode ser simultaneamente formado e embalado numa única cápsula. O símbolo esquemático para o arranjo foto-darlington (numa única cápsula) é mostrado na figura 10-28 com os necessários componentes externos. O fototransistor responde a intensidade da luz e conduz de acordo com ela. Enquanto conduz mais ou menos, ele controla a corrente de base do transistor bipolar que por sua vez controla a corrente através da carga e da bateria. Esta montagem oferece um tremendo acréscimo na sensibilidade, uma vez que o ganho do fototransistor é efetivamente multiplicado pelo ganho do transistor bipolar, produzindo assim uma corrente de saída relativamente alta. Mas, o ganho maior é obtido sacrificando-se a velocidade. Embora ele seja mais sensível que o fotodiodo ou fototransistor, apresenta uma respos-



8

Características elétricas de um fototransistor típico.

ta mais lenta a variações na intensidade luminosa.

Pequeno teste de revisão

1 — O fotodiodo pode operar nos modos _____ e _____.

2 — O número de elétrons produzido por cada fóton que atinge um fotodiodo é denominado _____ do fotodiodo.

3 — Um fotodiodo que apresenta uma camada intrínseca entre suas funções P e N é chamado de fotodiodo _____.

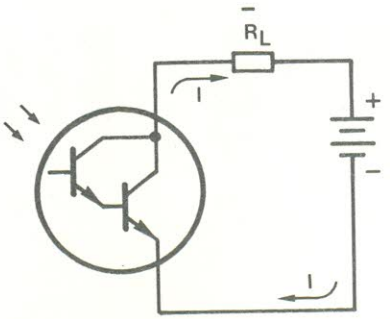
4 — A *responsividade* de um fotodiodo é a medida de quanta _____ reversa se obtém para uma dada entrada de luz.

5 — O termo corrente de escuro refere-se a quantidade de corrente reversa que circula por um fotodiodo quando a energia radiante de entrada é _____.

6 — O fototransistor proporciona uma maior _____ de saída que o fotodiodo.

7 — Os terminais _____ e _____ do fototransistor são usados na maior parte das aplicações.

8 — Quando um fototransistor é conectado como transistor bipolar para obter maior sensibilidade, o arranjo é denominado circuito _____.



Um circuito foto-darlington apropriamente polarizado.

Respostas

1. fotovoltaica e fotocondutiva
2. eficiência de quantum
3. PIN
4. corrente
5. zero
6. corrente
7. coletor e emissor
8. foto-darlington

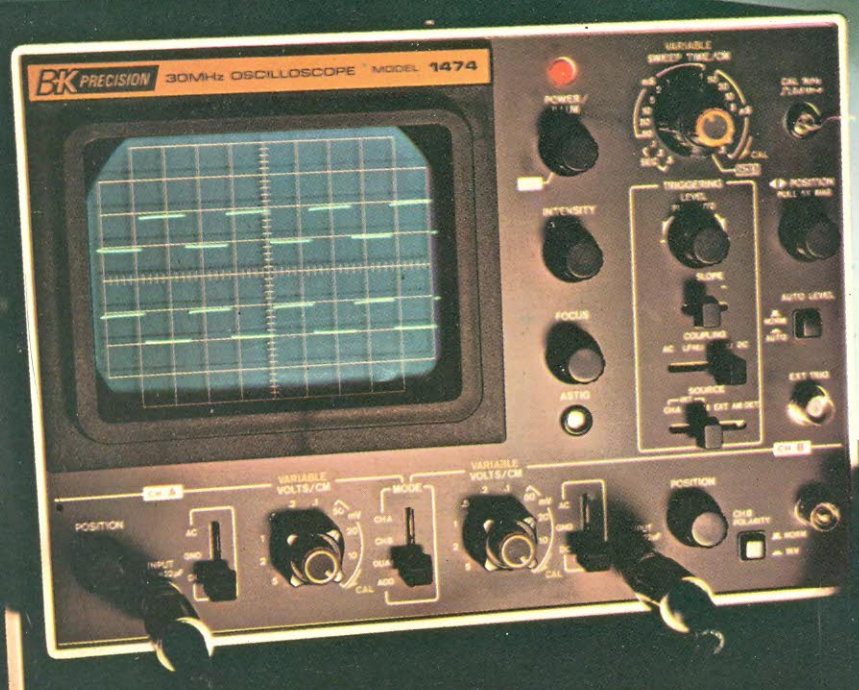
Assinar Nova Eletrônica só traz vantagens

Você paga praticamente o mesmo preço das bancas, mas não precisa se preocupar em procurar cada número pelas bancas de seu bairro ou sua cidade, já que você o recebe em casa, confortavelmente.

Além disso, com o primeiro número de cada nova assinatura vem sempre um brinde, exclusivo para os assinantes. Como brinde você pode escolher quatro números atrasados de NE (boa oportunidade de completar sua coleção, de graça) ou então duas capas, entre os volumes I a X (boa oportunidade de começar a encapar sua coleção, para protegê-la).

Não hesite mais. Procure a folha de assinaturas, neste número mesmo, preencha e escolha seu brinde. Depois, mande para a gente e espere pela melhor revista de eletrônica em sua própria casa.

B&K 1474 • OSCILOSCÓPIO DUPLO TRAÇO DE 30 MHz
Tempo de resposta menor que 11,7 ms
Trigger para maior que 50 MHz
5mV/cm de sensibilidade vertical
Seleção automática de trabalho CHOP ou ALTERNATIVE
Testa vários tipos de circuitos lógicos, inclusive ECL
Filtros passa-alta e filtros passa-baixa internos
Mantém precisão de calibração em sinais maiores que 105-130 VAC e 205-260 VAC
20 escalas calibradas da varredura - 0,2us/cm até 0,5 s/cm
Subtração e adição algébrica de sinais
Detetor de RF interno para a amostragem da envoltória
Tela iluminada e pontas de prova incluídas



B&K 820 - CAPACÍMETRO
Mede capacitância desde 0,1 pF até 1 F
Resolução de 0,1 pF
10 faixas para maior precisão nas leituras
4 digitos num display a LED
0,5% de precisão
entrada para pinos banana ou de inserção protegido por fusíveis
indicação de ultrapassagem de fundo de escala (overrange)

COMPRE UM INSTRUMENTO ELETRÔNICO IMPORTADO DE ALTA QUALIDADE POR UM PREÇO MUITO VANTAJOSO:

COMPRE B&K PRECISION, NA FILCRES.

A Filcres trouxe ao Brasil a linha completa B&K Precision: Multímetros digitais, Frequencímetros, Geradores de RF, Geradores de função, Testadores de semicondutores, Traçadores de curvas, Geradores de sinal, Analisadores de desempenho para faixa do cidadão e Osciloscópios de 5MHZ até 35MHZ.

Cada um destes instrumentos, mantendo os mais altos indíces de qualidade e precisão dos E.U.A., apresenta uma vantagem indispensável para o mercado brasileiro: versatilidade.

O espaço deste anuncio seria muito pequeno para descrevermos o orgulho que temos destes instrumentos, sua acuidade, capacidade, a inteligência dos acessórios, a gama de aplicações, design substancial, etc.; além de que, você é o técnico e vai querer respostas a outras perguntas, às suas perguntas.

Tome uma decisão simples e inteligente: solicite ao nosso representante técnico uma demonstração do instrumento de seu interesse; para isso basta falar com a Srta. Cileide pelos tels.: 221-0147/222-3458. Ou visite nosso Show-room de Instrumentos, à rua Aurora, nº 165/171.

Estamos confiantes de que você vai encontrar na linha B&K tudo o que você espera de uma instrumentação eletrônica com mais de 30 anos de experiência nos E.U.A. Menos o preço que, como já avisamos, vai lhe parecer meio subdesenvolvido.

FILCRES

Filcres e distribuidores em todo o Brasil
PBX: 223-7388 - C.P.: 18.767 - SP - CEP: 01209
TELEX: 01131298 FILG

Começou uma nova geração de amplificadores para o som do seu carro: spa 80

stereo power amplifier

Com potência real de 82 Watts RMS (120 IHF), indicada e controlada através de VU meter especial, estéreo, o SPA-80 incorpora recursos que além de proporcionarem maior potência e melhor som em qualquer nível de volume, ainda consome menor energia da bateria - mesmo quando o motor do veículo estiver desligado. Chave reversora de canais e controles independentes de graves e agudos, completam sua tremenda versatilidade e eficiência.

hi-fi car bravox

ACB